Anno VI. TORINO, Dicembre 1912. Num. 12.

RIVISTA DI ASTRONOMIA

E SCIENZE AFFINI

Bollettino della Società Astronomica Italiana

EDITO DALLA STESSA

Sede Principale: **TORINO, Via Maria Vittoria, num. 23**

presso la Società Fotografica Subalpina

Abbonamento per l'Italia e l'Estero L. 12 all'anno

Un fascicolo separato L. 1.

Deposito **per l'Italia:** Ditta G. B. Paravia e Comp. (Figli di I. Vigliardi-Paravia)
Torino-Roma-Milano-Firenze-Napoli.

TORINO

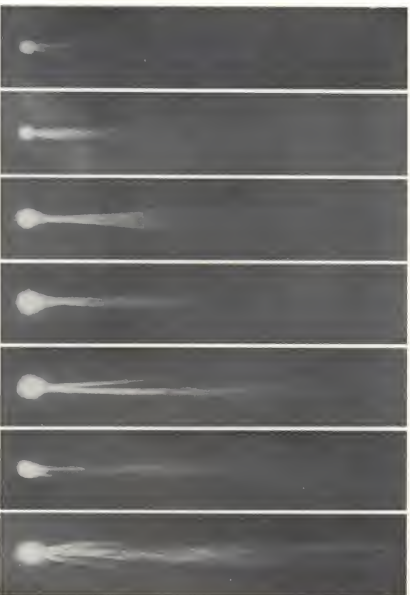
Stabilimento Tipografico G. U. Cassone succ.

Via della Zecca, 11.

1912.

LA COMETA BROOKS (1911 C)

FOTOGRAFATA ALL'OSSERVATORIO COLLURANIA DI TERAMO.

Disegni ricavati geometricamente dalle negative.

5 Settem. 1911 — 11 Settem. — 13 Settem. — 14 Settem. — 19 Settem. — 27 Settem. — 29 Settem.

Fotorefrattore Cooke (165 mm.) con motore elettrico Cerulli-Eliseo, fot. e dis. L. Taffara

Anno VI. Torino, Dicembre 1912. Num. 12.

RIVISTA DI ASTRONOMIA
E SCIENZE AFFINI
Bollettino della Società Astronomica Italiana
(edito dalla stessa)

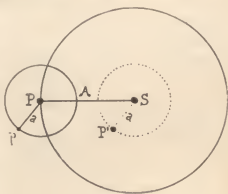
SPIEGAZIONI
per l'intelligenza dei principali elementi del Sistema Solare

(*Continuazione, vedi num. precedente pag. 761-774*).

§ 5. — Le masse dei pianeti.

Ricaviamo ora la formola generale che ci dà il rapporto della massa di un pianeta a quella del Sole coll'intervento di un satellite. Diciamo subito che questa formola esigerà, per quanto si è già visto coi numeri, la conoscenza delle distanze o semigrand'assi delle orbite del pianeta e del satellite e le durate delle rivoluzioni siderali in dette orbite, quantità fornite dalle osservazioni.

Fig. 7.

Sia A la distanza del pianeta P dal Sole (fig. 7) e si prenda a sussidio un pianeta fittizio P′ che disti a dal Sole cioè tanto quanto dista il satellite p dal pianeta vero P. Gli effetti del Sole sul pianeta finto e sul vero saranno in proporzione inversa ai quadrati delle distanze, cioè avremo:

I $$\frac{P'}{P} = \frac{A^2}{a^2}$$

d'altra parte per ragione di masse, essendo M quella del Sole ed m quella del pianeta P, saranno esplicate le azioni di attrazione su p e su P′ nella proporzione:

II $$\frac{p}{P'} = \frac{m}{M}$$

Finalmente essendo T e t le rivoluzioni siderali di P attorno al Sole e di p attorno al pianeta, ciascuno dei due corpi avrà la sua caduta a norma della formola [2] del § 4 e potremo stabilire la proporzione:

$$P : p = \frac{4\pi^2 A}{T^2} : \frac{4\pi^2 a}{t^2}$$

da cui deduciamo

$$\text{III} \qquad \frac{P}{p} = \frac{A\,t^2}{a\,T^2}$$

Se ora facciamo il prodotto delle tre proporzioni I, II, III ne ricaveremo:

$$\frac{P'\,p\,P}{P\,P'\,p} = \frac{A^2 m\ A t^2}{a^2 M\ a T^2}$$

da cui:

$$1 = \frac{m}{M} \cdot \frac{A^3}{a^3} \cdot \frac{t^2}{T^2}$$

$$\frac{m}{M} = \left(\frac{a}{A}\right)^3 \left(\frac{T}{t}\right)^2 \qquad [1]$$

che è la formola cercata. La applicheremo a Giove ed al suo IV satellite galileiano, *Callisto*. Ma per la grande disparità dei singoli fattori torna opportuno al calcolo numerico scrivere la formola come segue (1):

$$\frac{m}{M} = \frac{a\,(a\,T)^2}{A^3\,t^2} \qquad [2]$$

(1) Scriviamo la reciproca della formola [1]

$$\frac{M}{m} = \left(\frac{A}{a}\right)^3 \left(\frac{t}{T}\right)^2$$

e se ora introdurremo per $\frac{A}{a}$ il numero 389 che esprime il rapporto delle distanze R ed r del § 4 e per $\left(\frac{t}{T}\right)^2$ il quoziente fra i quadrati delle rivoluzioni siderali lunare e terrestre, cioè:

$$\left(\frac{27.32}{365.25}\right)^2 = 0.00559$$

avremo per la massa del Sole:

$$(389)^3 \times 0.00559 = 329049.$$

E riflettendo che, ora, e prima, nei due diversi procedimenti di calcolo sono stati impiegati numeri limitati a pochi decimali, si troverà che questo risultato concorda con quello del § 4, cioè:

$$M = 329 \times 10^3.$$

Dall'*Annuaire* 1912, a pag. 297. desumiamo questi dati:

(a) Semidiametro dell'orbita di Callisto in unità del semidiametro di Giove 26.4

t, Rivoluzione siderale, in giorni 16.^{g}689, in anni . 0.0457

Ed a pag. 289 desumiamo questi altri:

A Semigrand'asse dell'orbita di Giove 5.20

T Rivoluzione siderale di Giove in anni . . . 11.86

Anzitutto è necessario tradurre la quantità (a) semidiametro dell'orbita di Callisto in unità R = 23439 del semigrand'asse dell'orbita terrestre (1).

Pertanto bisogna prima moltiplicare (a) per il numero 11.14 (*Ann.* 1912, a pag. 292) che esprime il semidiametro di Giove in semidiametri terrestri (2), poscia bisogna dividere per R e si otterrà:

$$a = 0.01255.$$

Ora facciamo i calcoli (3) come sono indicati dalla formola [2]:

$$a\mathrm{T} = 0.1488$$
$$(a\mathrm{T})^2 = 0.0222$$
$$\mathrm{A}^3 = 140.608$$
$$t^2 = 0.00209$$
$$\frac{m}{\mathrm{M}} = \frac{0.0126 \times 0.0222}{140.608 \times 0.00209}$$

moltiplicando e dividendo per 10^8:

$$\frac{m}{\mathrm{M}} = \frac{126 \times 222}{140608 \times 209}$$

Finalmente:

$$\frac{m}{\mathrm{M}} = \frac{27972}{29387072} = \frac{1}{1051}$$

(1) Così la distanza R rimane espresss in raggi terrestri e non già in misura metrica, come sarebbe introducendo il valore metrico di ρ anzichè averlo posto eguale ad uno.

(2) Si noterà che nella tabella dell'*Annnaire* la colonna è intestata « *Diamètre* », ma essa vale anche per i semidiametri quando si intenda con 1 il semidiametro di « *La Terre* ».

(3) Qui trovo opportuno di mettere in vista che in questi calcoli servono bene oltre i logaritmi a 5 e 6 cifre (Albrecht e Bremiker, Berlino, edizioni stereotipe) le tavole di moltiplicazione a tre e quattro cifre del fattore moltiplicatore. Di quelle a tre cifre, ben note di Crelle, esiste una nuova recente edizione di O. Seeliger che contiene anche le due tavole dei quadrati e dei cubi. Quelle a quattro cifre sono di J. Peters; le une e le altre sono edite da Georg Reimer, Berlin, 1907 e 1909.

Questo risultato va inteso come segue. Se noi poniamo nel primo membro M, massa del Sole, eguale ad uno, avremo:

$$m = \frac{1}{1051}$$

cioè sarà la massa m di Giove la millesima parte circa di quella del Sole; se invece facciamo $m = 1$ otteniamo:

$$M = 1051$$

ciò che vuol dire che la massa del Sole è mille volte circa quella di Giove. Se poi per M si assume il numero già trovato rispetto all'unità Terra avremo:

$$m = \frac{329 \times 10^3}{1051} = 313$$

numero questo che esprimerà la massa di Giove rispetto a quella della Terra; cioè esso vale quanto trecento Terre circa. Nella tavola dell'*Annuaire* troveremo numeri alcun poco differenti, in conseguenza degli arrotondamenti di cifre, e della diversità della strada battuta nei calcoli, nè quella dell'*Annuaire* è saputa, nè si ha da riguardare così semplice come la nostra, che del resto, pel nostro scopo, è stata bastante. I numeri dell'*Annuaire* sono il frutto di osservazioni secolari, di teorie poderose di meccanica celeste, e di calcoli laboriosissimi, e sono desunti dai libri che trattano di questa materia (1). Nell'*Annuaire* troveremo per Giove $m = 318$.

Quando i pianeti sono sprovvisti di satelliti, siccome Mercurio e Venere, le loro masse vengono determinate in base alle perturbazioni da essi sofferte nel loro moto orbitale, o che essi fanno soffrire agli altri pianeti ed anche alle comete catturate nel nostro sistema solare. Ricorderemo nuovamente siccome il moto di tutti gli astri del nostro sistema non si effettua come se ognuno fosse solo in presenza della gran massa solare. Il moto di Venere dovuto all'attrazione del Sole è perturbato

(1) Chi volesse un'idea di tali libri, e dei valori di massa che contengono, può consultare il *Vade-mecum de l'Astronomie*, di HOUZEAU, ed il lavoro di HARKNESS, in *Washington Observations 1885, Appendix III « The solar Parallax and its related constants »*.

dalla massa di Mercurio, e così dicasi viceversa. Tutti due poi questi pianeti perturbano la Terra e questa a sua volta reagisce su di loro. Altrettanto avviene prendendo in conto Marte, e così via per tutti insieme. Ciascuna massa vorrebbe, in certo modo, essere un centro d'attrazione, ma tutte le masse dei pianeti insieme non sommano che 400 o poco più unità terrestri, mentre il Sole ne importa 329 mila, così che tutti insieme sono poco più di un millesimo del Sole. Tuttavia la loro reazione è sensibile per le odierne osservazioni e per gli odierni processi di calcolo ed in modo da poter stabilire che il vero centro del sistema planetario non è il centro del Sole, bensì un punto alcun poco fuori del suo globo. Questo punto è detto centro di gravità del sistema solare ed intorno ad esso si muove anche il centro del Sole. Considerata la cosa in questo modo essa si allontana di gran lunga dalla semplice applicazione della legge di Newton a due masse soltanto, e mentre il problema dei due corpi si può dire perfettamente risolto, quello dei tre attende la sua soluzione dalle osservazioni e dalle teorie future. Si intuisce poi che quando sono state, in certo modo, conquistate, anche a cifre tonde, le masse preponderanti, siccome per es., quelle di Giove e di Saturno, la questione di trovare le altre, o di perfezionare quelle trovate, viene risolta con successivo e metodico andare; di approssimazione in approssimazione. Infatti col calcolo noi abbiamo per i nostri astri, le posizioni calcolate C: queste si fanno sempre più prossime a quelle osservate O perchè le differenze O-C sono impiegate per correggere gli elementi su cui il calcolo appoggia e facilmente si intuisce che le divergenze diventeranno tanto più piccole quanto più detti elementi, tra cui le masse, si andranno accostando gradatamente alla verità. È anche intuitivo che se le masse sono di per sè incognite non rimangono però incogniti i loro effetti rivelati appunto colle osservazioni, laonde è da queste che noi possiamo risalire alle cause, col calcolo, siccome fu detto. Nessuno ignora che la massa di Nettuno fu scoperta per via delle perturbazioni da essa inflitte nel moto di Urano. Stabilito che doveva esistere la massa perturbatrice se ne poteva assegnare il suo luogo celeste *a priori* per un dato momento, ed infatti Nettuno fu ritrovato nel 1846 da Galle a Berlino sulle indicazioni di Le Verrier da Parigi (1).

(1) Galle moriva nel luglio 1910 e nelle *Monthly Notices*, vol. 71, pag. 275, nella sua necrologia, trovasi ricordata con qualche dettaglio l'istoria della scoperta di Nettuno.

§ 6. — La massa della Luna.

Se esistessero soltanto il Sole e la Terra, il centro di questa descriverebbe un elisse intorno al Sole secondo le leggi di Keplero nel piano dell'eclittica, ma esistendo anche la Luna il centro della Terra non sta sull'elisse teorica che ne rappresenta il cammino annuo. Tale elisse teorica si ha da riguardare meglio descritta anzichè dal centro della Terra, dal centro di gravità del sistema Terra-Luna, come se i due corpi fossero legati materialmente, e mentre girano in un anno attorno al Sole girano anche in un mese attorno a questo centro. È ovvio immaginare che il centro di gravità del sistema sarà tanto più prossimo alla Terra quanto più la massa di questa eccede quella della Luna. Ora osservando il moto apparente del Sole che è poi *quello reale della Terra,* e ponendolo in relazione colle fasi lunari si è trovata una piccola ineguaglianza, o perturbazione, causata dalla Luna, nulla nelle sizigie, massima e di segno contrario nelle quadrature, come se il Sole ad ogni 14 giorni 1/2 accelerasse o ritardasse il suo passaggio al meridiano di 4 decimi di secondo di tempo, in più, od in meno, e quindi di quasi un secondo rispetto al passaggio normale. La quantità è perfettamente apprezzabile in buone serie di osservazioni, perciò essa permette di stabilire la posizione di quel centro di gravità rispetto ai centri dei due corpi Terra e Luna. Allorquando tale posizione si fa nota, si viene in cognizione delle distanze e del loro rapporto, ed il rapporto inverso rappresenterà quello delle masse, perchè il centro di gravità, ripetiamo, sarà tanto più vicino alla Terra quanto più questa soverchia la Luna; oltre ottanta volte come vedremo. È certamente degno di nota questo fatto che l'osservazione del Sole conduce, dirò così, a pesare la Luna, o più propriamente parlando, a stabilire la sua massa rispetto alla Terra.

Ma non meno degno di nota è l'altro che si debba pervenire alla massa della Luna attraverso le stelle. Infatti nessuno ignora l'esistenza dei fenomeni di precessione e nutazione, che si riassumono in quella lenta e continua variazione di direzione dell'asse terrestre nello spazio, come, per esempio, si vede fare dall'asse di una trottola girante che s'inclina e raddrizza con alterna vicenda a seconda delle forze e degli attriti che la dominano. Tale variazione cagiona naturalmente l'altra del piano perpendicolare all'asse terrestre che è il piano dell'equatore a cui noi riferiamo le stelle. L'equatore facendosi a scivolare sull'eclittica, muta i suoi punti di intersezione con essa, che sono gli equinozi, e sic-

come quello di primavera, o punto di Ariete, è l'origine delle misure stellari, è facile intendere che alle variazioni dell'origine corrispondono variazioni o mutamenti di posizione nelle stelle tutte. La meccanica celeste dimostra che tali mutamenti dipendono dall'attrazione combinata del Sole e della Luna sul rigonfiamento equatoriale terrestre. Questo può essere concepito come se fosse un anello di materia terrestre saldato attorno la forma sferica della Terra. Su di esso si fa sentire una maggiore attrazione luni-solare che tende a piegare anello, e Terra insieme, verso il piano dell'orbita, come se l'equatore dovesse coincidere coll'eclittica; ma vi contrasta la simultanea rotazione della Terra che tende a tenere l'asse terrestre (e quindi l'equatore che gli è perpendicolare) nella propria posizione, similmente come la rotazione mantiene, dirò così, in piedi l'asse della trottola.

Ma per essere la rotazione terrestre costante mentre l'attrazione luni-solare varia colle distanze, non può l'asse mantenere una direzione unica nello spazio tale che sempre incontri la stella polare, bensì una direzione lentamente e continuamente mutabile che torna su sè stessa, ossia alla polare, dopo 26 mila anni, e che è causa della precessione dell'equinozio, o come si disse dello spostamento di origine delle misure stellari. Ma attorno a questo moto generale dell'asse terrestre a lungo periodo esiste un'oscillazione a breve periodo (18.7 anni) che dipende soltanto dalla Luna ed è causa della nutazione dell'equinozio. Ne viene così, che l'equinozio è sempre bene determinato sulla sfera celeste, per un dato momento, tenendo conto del suo spostamento di precessione e nutazione.

Pertanto mentre l'osservazione continua millenaria delle stelle ha rivelato questo spostamento con pieno dettaglio, tanto che oggi ne teniamo esatto conto, la Meccanica celeste appoggiandosi sulla gran legge dell'attrazione universale risalì dagli effetti osservati alle cause, tra cui, qui per noi, la massa della Luna (1).

Ma per dare un'idea più completa di un modo per cui si riesca ad ottenere un valore della massa lunare ricorreremo a quello che è più facile a dire e ad essere inteso che non i due precedenti, od altri ancora; ricorreremo a quello delle maree che tutti sanno essere in grande dipendenza della massa lunare.

(1) Fra i tanti astronomi e matematici poderosi di tutto il mondo che si occuparono in materia, io nominerò qui il nostro G. Plana (1781 1864) direttore dell'Osservatorio di Torino, il quale nella sua classica opera in tre volumi sulla teoria della Luna, dedusse dalla precessione e nutazione un valore della massa lunare di circa un novantesimo della massa terrestre.

La forza attrattiva del Sole, e tanto più quella della Luna che sebbene più piccola è però molto più vicina a noi, si rende manifesta sul globo terraqueo col fenomeno delle maree, e ciò perchè l'acqua del mare in causa del suo stato liquido non formando un tutto fisso colla parte solida terrestre, cede alla differenza di intensità d'attrazione solare che ha luogo fra la superficie ed il centro della Terra. Tale differenza è la dodicimillesima parte di tutta la forza attrattiva del Sole. Infatti detta 1 la distanza media dei centri della Terra e del Sole e detto ρ il raggio terrestre, avremo che l'intensità d'attrazione in superficie sarà tanto più grande di quella al centro quanto il quadrato di uno è più grande (1) di $(1 - \rho)^2$. Ma per essere ρ una piccolissima parte della distanza fra i centri della Terra e del Sole, il quadrato di ρ è una piccolissima quantità che noi, per l'intelligenza della nostra cosa, possiamo trascurare senza alcun danno. Infatti la nostra distanza uno è eguale a 23439 raggi terrestri; ovverosia possiamo scrivere:

$$23439\,\rho = 1$$

e quindi

$$\rho = 1/23439 \qquad [1]$$

e questa frazione possiamo indicarla con

$$\rho = \frac{1}{2 \times 10^4}$$

e per vero dire in modo grossolanamente approssimato, ma più che bastante a vedere che

$$\rho^2 = \frac{1}{4 \times 10^8}$$

(1) Della M la massa del Sole sarà la sua attrazione al centro terrestre $\frac{M}{1}$, ed in superficie $\frac{M}{(1 - \rho)^2}$ la quale è più grande dell'altra per essere il denominatore della frazione più piccolo di uno. Sottraendo avremo:

$$\frac{M}{(1 - \rho)^2} - \frac{M}{1}$$

e riducendo al comune denominatore, e raccogliendo, troviamo:

$$\frac{M}{(1 - \rho)^2}\,[1 - (1 - \rho)^2]$$

e con ciò vediamo nella maggior parentesi i due numeri che sono in discussione qui sopra. Quella parentesi si riduce a 2ρ eguale al dodicimillesimo, e poichè il fattore fuori di essa è l'attrazione solare alla superficie terrestre, vediamo anche così che un dodicimillesimo è il fattore di marea.

è una frazione assai più piccola e che non nuoce abbandonarla. Pertanto nello sviluppo:

$$(1-\rho)^2 = 1 - 2\rho + \rho^2$$

noi ci arresteremo a

$$1 - 2\rho$$

e così ne viene che la differenza di attrazione fra 1 ed $1 - 2\rho$ è

$$2\rho = \frac{1}{11720}$$

eguale all'incirca al dodicimillesimo in questione.

Ma questa azione solare sentita in un dato luogo, e per cui quando il Sole è nel meridiano di quel luogo, ivi è la massima marea solare, viene anche sentita dall'antipode per il fatto che il centro della Terra risente maggior attrazione che non l'acqua della superficie antipodica, che per diminuita gravità è costretta ad alzarsi pur essa sul proprio continente. E così fra l'uno e l'altro opposto alzamento sulla superficie terrestre, si ha il ben noto elissoide di marea solare che mai non posa, e che seguita il moto diurno del Sole. Ma con esso coesiste, come sappiamo, anche quello lunare che anzi è più grande. Se le due sommità elissoidiche coincidono come si verifica intorno alle sizigie (noviluni e pleniluni) in cui il Sole e la Luna si trovano in congiunzione od in opposizione, si ha un'amplitudine di marea che è la *somma* delle due azioni separate; ma se i due astri sono fra loro a 90° come nelle quadrature (primo ed ultimo quarto) le azioni vengono a differenziarsi, e l'amplitudine dipende propriamente dalla *differenza* delle attrazioni dei due astri. Queste due circostanze di somma e differenza che si osservano sulla Terra tenendo dietro con metodo alle oscillazioni del mare, conducono a stabilire il rapporto delle azioni solare e lunare, e siccome queste dipendono dalle masse, si giunge al rapporto delle medesime. Ma la massa del Sole non è altrimenti esprimibile che per quella della Terra, per cui da ultimo si avrà la massa della Luna in frazione della massa terrestre; ed è quanto vedremo procedendo nel nostro cammino.

Rispetto all'attrazione lunare al centro ed alla superficie terrestre noi dobbiamo pensare ad una relazione identica a quella considerata fra 1 e $1 - \rho$, soltanto che questa volta l'unità di distanza sarà la distanza della Luna dalla Terra, la quale in cifre tonde è sessanta raggi terrestri, per cui

$$1 = 60\rho$$
$$2\rho = 1/30$$

e concludiamo che della forza attrattiva della Luna ne va impiegata un trentesimo alla produzione della marea lunare. Ma il dodicimillesimo solare ed il trentesimo lunare non sono paragonabili fra loro finchè non si prenda la massa del Sole espressa in unità di massa lunare, perciò supponiamo, per un momento, data la massa della Luna, e rappresentata in cifra tonda da un centesimo di quella della Terra. Allora la massa del Sole sarà rappresentata dal numero $329 \times 10^3 \times 10^2$. Scriviamo ora le due attrazioni totali avuto riguardo alle masse ed alle distanze:

Attrazione solare

$$S = \frac{329 \times 10^5}{(23439\ \rho)^2}$$

Attrazione lunare

$$L = \frac{1}{(60\ \rho)^2}$$

Siccome a noi qui basta un'idea chiara sì, ma sommaria della cosa, e non dettagliata con rigore numerico, fatto $\rho = 1$ possiamo calcolare la prima frazione molto semplicemente immaginandola ridotta, in cifre tonde, a questo modo:

$$S = \frac{33 \times 10^6}{(24)^2 \times 10^6}$$

ed avremo prontamente circa 1/18; e l'altra frazione ci darà $\frac{1}{3600}$ eguale ad $1/18 \cdot \frac{1}{200}$ così che le due attrazioni totali stanno in questa proporzione:

$$S : L = 1 : 1/200.$$

Adesso possiamo prenderne rispettivamente il dodicimillesimo ed il trentesimo e le due azioni di marea ΔS e ΔL si troveranno in quest'altra proporzione:

$$\Delta S : \Delta L = \frac{1}{12000} : \frac{1}{30} \cdot \frac{1}{200}$$

da cui ricaviamo

$$\frac{\Delta L}{\Delta S} = \frac{12000}{30200} = 400 \cdot \frac{1}{200}$$

Questo rapporto in ultima analisi è eguale a due, ma lo abbiamo lasciato sotto l'aspetto della frazione

$$\frac{400}{200}$$

per poter dire che nelle azioni simultanee del Sole e della Luna che producono il moto periodico del livello del mare, la Luna per ragione di vicinanza è 400 volte più energica del Sole, ma poi per ragione di massa lo è 200 volte meno; con tutto ciò, le rimane una prevalenza che a conto tondo è rappresentata dal numero due.

Se questo rapporto

$$\frac{\Delta L}{\Delta S} = \alpha$$

che diremo α ci fosse pienamente noto, potremmo per esso trovare la massa della Luna, incognita e non già nota come abbiamo supposto. Prima però faremo una piccola digressione per avvertire che non dobbiamo troppo illuderci sulla facilità e prontezza di concludere in qualsiasi luogo ed in qualsiasi epoca dell'anno un valore di α bene determinato. Per poco che si pensi si comprenderà che tutte le combinazioni possibili di alta e bassa marea, in epoche diverse ed in diversi luoghi, non dipendono soltanto dalle fasi lunari, sizigie e quadrature, come abbiamo indicato, ma da altre circostanze molteplici, celesti e terrestri. Se il Sole e la Luna si trovassero per esempio in congiunzione all'equatore ad una minima distanza dalla Terra e passassero insieme al zenit di un dato luogo, avremmo colà a mezzodì la massima marea teorica possibile, perchè gli assi dei due elissoidi coinciderebbero insieme, ed insieme alla verticale del luogo, sul quale giacerebbe il maggiore possibile menisco d'acqua. Ma tal caso ipotetico sarebbe quello di un eclisse totale zenitale a mezzodì per un luogo situato sull'equatore terrestre. Malgrado che il concorso simultaneo di tante circostanze abbia poca o nulla possibilità di verificarsi, tuttavia accettiamolo come istruttivo per fissare questo:

« che la periodicità di altezza e di tempo delle maree dipende dalla posizione reciproca del Sole e della Luna rispetto alla Terra, cioè dall'elongazione e declinazione dei due astri, e dalla loro distanza; inoltre dipende dai tempi di culminazione, che a lor volta dipendono dalla rotazione terrestre e dal moto della Luna sulla sfera celeste; e finalmente entra in conto la posizione del punto sulla superficie terrestre, non che

le sue circostanze particolari ». Tra le oscillazioni teoriche che dovrebbe avere la superficie del mare e quelle reali osservate esistono differenze grandissime, specialmente perchè la Terra non è tutta ricoperta dalle acque, ed il mare non può assumere una forma stabile di equilibrio sotto l'azione continuamente variabile delle forze di marea e della rotazione continua della Terra: e sotto l'azione, dirò così, passiva dell'inerzia dell'acqua, inerzia favorita da ostacoli ed attriti innumerevoli. Le acque del mare contenute in spazi limitati oscillano come l'acqua scossa in un catino, e quando si alzano e si portano da una parte del bacino che le chiude, si alzano senza arrestarsi all'altezza che converrebbe ad una forma teorica di equilibrio propria di una sfera aquea. La velocità che il mare acquista (e non soltanto per la causa principale di marea, ma altresì per causa di temperature diverse, agenti in vario senso) è contrastata dalle coste, e su di queste l'acqua si eleva talvolta ad altezze straordinarie, a cui naturalmente corrispondono altrove straordinarie depressioni. Ne viene da ciò che l'oscillazione periodica dell'acqua del mare è praticamente molto diversa da quella teorica qui abbozzata. Ma contuttociò dobbiamo ricordare che le menti poderose di sommi fisici e matematici, da Newton in poi, studiando le osservazioni mareografiche fatte su larga scala, hanno portato il problema delle maree ad un punto tale che oggi sono possibili le predizioni di altezza e di tempo con buona precisione per un gran numero di luoghi sulla Terra. (Vedi *Ann.* 1912, pag. 75).

Riprendendo ora il filo della nostra trattazione, diremo che il lungo studio ha portato a stabilire le cause di variazione di α, così che è possibile tenerne conto per ciascuna osservazione per ridurla ad un tipo normale quale avrebbe dovuto verificarsi in condizioni tipiche di tempo, di distanze, di declinazioni e via dicendo. Possiamo anche aggiungere che in lunghe e buone serie di osservazioni, certe influenze terrestri locali non precisabili, possono trovare compenso nel valor medio di α.

Supponiamo ora che sia H l'altezza massima osservata per l'alta marea in un determinato luogo al tempo delle sizigie, quando le azioni incognite lunare e solare si sommano: e sia h l'altezza minima della bassa marea al tempo delle quadrature, quando le azioni si differenziano. Supponendo che H sia semplicemente proporzionale a $\Delta L + \Delta S$ e che h lo sia a $\Delta L - \Delta S$ potremo scrivere:

$$H : h = \Delta L + \Delta S : \Delta L - \Delta S.$$

Sommando e sottraendo i termini della proporzione sarà:

$$H + h : H - h = 2\Delta L : 2\Delta S$$

da cui.

$$\frac{\Delta L}{\Delta S} = \frac{H + h}{H - h} = \alpha$$

e così sarà conosciuto α per via di H ed h, ed ora veniamo a vedere come esso possa fornirci la massa della Luna.

Essendo M la massa del Sole ed R la sua distanza dalla Terra, saranno rispettivamente le attrazioni in superficie ed al centro, come segue:

$$\frac{M}{(R - \rho)^2} \qquad \frac{M}{R^2}$$

La differenza fra queste due quantità darà:

$$\Delta S = M\left(\frac{1}{(R - \rho)^2} - \frac{1}{R^2}\right)$$

Se ora dividiamo il denominatore del primo termine per R^2 dovremo scrivere:

$$\Delta S = M\left(\frac{1}{\left(1 - \frac{\rho}{R}\right)^2 R^2} - \frac{1}{R^2}\right)$$

e raccogliendo

$$\frac{1}{R^2}$$

avremo:

$$\Delta S = \frac{M}{R^2}\left(\frac{1}{\left(1 - \frac{\rho}{R}\right)^2} - 1\right).$$

Adesso si consideri che il rapporto $\frac{\rho}{R}$ è piccolissimo perchè eguale a 1/23439. Indichiamolo con x ed allora la frazione che sta entro la parentesi del denominatore si presenta sotto questo aspetto:

$$\frac{1}{(1 - x)^2}$$

che è quello ben noto degli sviluppi in serie binomiali (1); per cui limitandoci ai due primi termini troveremo:

$$\frac{1}{(1-x)^2} = 1 + 2x$$

e facendone l'applicazione al nostro caso ricaveremo:

$$\Delta S = \frac{M}{R^2}\left(1 + \frac{2\rho}{R} - 1\right)$$

da cui:

$$\Delta S = \frac{M}{R^2} \cdot \frac{2\rho}{R}$$

I due fattori del secondo membro rappresentano: il primo l'intera azione solare la quale è direttamente proporzionale alla massa del Sole ed inversamente proporzionale al quadrato della distanza, il secondo rappresenta quel dodicimillesimo che già conosciamo e che qui subito si ritrova pensando che se $\rho = 1$ $R = 23439$. Vediamo anche che la forza produttrice della marea solare è direttamente proporzionale alla massa del Sole ed inversamente proporzionale al cubo della distanza. Altrettanto avremo per la Luna indicando con μ la sua massa e con r la sua distanza dalla Terra, di modo che sarà:

$$\Delta L = \frac{\mu \cdot 2\rho}{r^3}$$

Prendiamo adesso il rapporto delle due forze di marea ed avremo:

$$\frac{\Delta L}{\Delta S} = \frac{\mu}{M}\left(\frac{R}{r}\right)^3 = \alpha$$

---

(1) Confronta per esempio: ALBRECHT: *Logarithmisch-trigonometrische Tafeln mit fünf decimalstellen.* Formole in fine delle tavole; Binomischer Lehrsatz.

Siccome dal § 4 abbiamo:

$$\frac{R}{r} = 389$$

ed

$$M = 329000$$

sarà:

$$\alpha = \frac{58863869}{329000} \mu$$

che potremo semplificare come segue senza troppo uscire dalla realtà:

$$\alpha = \frac{58864}{329} \mu$$

$$\alpha = 179 \mu.$$

Da questa formola si ha μ quando si conosce α. Se supponiamo $\alpha = 2$ avremo:

$$\mu = \frac{1}{89.5}$$

Nella tavola dell'*Annuaire* si troverà il valore

$$\frac{1}{81,45}$$

Avvertenza. - Osserveremo che M massa del Sole è espressa in unità di masse terrestri, dunque la massa terrestre è eguale ad uno, come del resto sappiamo, ma potremo indicarla anche con m a motivo della conclusione che facciamo qui in fine. Mettiamo questo m in evidenza nella formola:

$$\frac{\mu}{M} \left(\frac{R}{r}\right)^2 = \alpha$$

ciò che si farà moltiplicando e dividendo il primo membro per m. Si avrà dunque:

$$\frac{\frac{\mu}{m}}{\frac{M}{m}} \left(\frac{R}{r}\right)^3 = \alpha$$

ma

$$\left(\frac{R}{r}\right) = 389$$

ed il rapporto

$$\frac{M}{m}$$

è sempre quello che conosciamo 329000, di consegnenza:

$$\frac{\mu}{m} \cdot \frac{(389)^3}{329000} = \alpha$$

da cui:

$$\mu = \frac{1}{89.5} \cdot m$$

e così viene posto chiaramente in veduta che μ è 1/89.5 della massa terrestre.

§ 7. — La tavola dell' « Annuaire ».

Se vorremo farci un'idea complessiva di tutte le masse del sistema solare, consulteremo la tavola dell'*Annuaire* 1912 a pagine 292-293, che per comodità viene qui riprodotta. E propriamente consulteremo i numeri della sotto-colonna intestata « *Terre = 1* » nella colonna « *Masse* ». Fatta l'ispezione potremo dividere tutti i numeri per 333432 massa del Sole ed otterremo quelli della sotto-colonna « *Soleil = 1* ». E questi dicono quale frazione della massa solare sia la Terra, gli altri pianeti e la Luna. La Terra naturalmente ha per frazione il numero reciproco 1/333432. Il pianeta gigante è Giove che vale 318 Terre (cfr. § 5), oppure se fosse stato scelto a peso unitario nella bilancia ipotetica con cui abbiamo prima pesato il Sole, avremmo dovuto dire che per fare equilibrio al Sole occorrono 1047 pesi-Giove.

Données relatives aux astres principaux du Système Solaire

NOM	DIAMÈTRE			Aplatissement	VOLUME Terre = 1	MASSE		DENSITÉ		Pesanteur à l'équateur. Terre = 1
	équatorial		apparent			Soleil = 1	Terre = 1	Terre = 1	Eau = 1	
	à la distance 1	réel Terre = 1								
Mercure	0′ 6″, 5	0,37	0′ 12″,6	0	0,050	$\frac{1}{6000000}$	0,056	1,1	6,2	0,41
Vénus	17, 0	0,966	1 6,7	0	0,90	$\frac{1}{408000}$	0,817	0,91	5,0	0,88
Terre	17,60	1	—	$\frac{1}{293}$	1	$\frac{1}{333432}$	1	1	5,52	1
Mars	9, 5	0,54	26, 0	$\frac{1}{200}$?	0,157	$\frac{1}{3093500}$	0,108	0,69	3,8	0,37
Jupiter	3 16	11,14	49, 8	$\frac{1}{15}$	1295	$\frac{1}{1047,355}$	318,36	0,25	1,36	2,53
Saturne	2 45	9,4	20, 6	$\frac{1}{10}$	745	$\frac{1}{3501,6}$	95,22	0,13	0,7	1,06
Uranus	1 10	4,0	4, 0	?	63	$\frac{1}{22869}$	14,58	0,23	1,3	0,92
Neptune	1 45	4,3	2, 6	?	78	$\frac{1}{19314}$	17,26	0,22	1,2	0,95
Soleil	31 59,26	109,05	32 32, 0	0	1301200	1	333432	0,256	1,41	27,9
Lune	4,80	0,273	33 30, 8	0	0,020	$\frac{1}{27168000}$	$\frac{1}{81,45}$	0,604	3,33	0,165

§ 8. La densità del Sole e dei pianeti.

Ora che abbiamo imparato a conoscere il peso del Sole, e più propriamente parlando la sua massa, è naturale che sorga la questione di voler sapere come vi stia la materia, se rada o fitta. Il numero che risponde al quesito si trova nella nostra tavola nella sotto-colonna prima di « *Densité* ». In essa il termine di confronto è la Terra con densità eguale ad uno, mentre quella del Sole in cifra tonda è 0,25. Se i due numeri 1 e 0,25 invece che alla Terra ed al Sole appartenessero a due corpi terrestri, due palle, una d'ambra l'altra di sughero, giusto aventi quelle densità, ognuno saprebbe dire che la porosità del sughero è quattro volte più grande di quella dell'ambra e per conseguenza nel sughero la materia è quattro volte meno fitta, come fra il Sole e la Terra. Lo stesso ragionamento si applica a tutti gli altri numeri, ma ci resta a vedere come essi sieno stati ottenuti. Diremo prima, che coll'osservazione diretta, e colla cognizione delle distanze fornite dalla terza legge di Keplero, gli astronomi sono pervenuti alla conoscenza dei diametri angolari apparenti degli astri del sistema solare alla distanza uno, così come si trovano esposti nella prima sotto-colonna di « *Diamètre* » nella nostra tavola. Siccome il diametro della Terra visto dal centro del Sole è 17".60 (il doppio della parallasse solare) il rapporto fra tutti i numeri di quella sotto-colonna ed il numero 17.60 fornisce i diametri reali come si trovano esposti nella sotto-colonna seconda. Questa stessa vale anche per i semi-diametri se s'intende che l'unità rappresenti il semi-diametro ρ della Terra. Poichè si sa che i volumi delle sfere stanno fra loro come i cubi dei raggi, i cubi dei semi-diametri ci daranno i volumi di tutti i pianeti, del Sole e della Luna come si trovano esposti nella colonna « *Volume* » e sono naturalmente riferiti all'unità di volume-Terra (1). Trovati i volumi si hanno le densità colla formola [5] del § 1, cioè dividendo le masse per detti volumi. Giunti a questo punto di paragone delle densità dei corpi del sistema solare colla densità uno della Terra, dobbiamo però riconoscere che si tratta di una Terra ideale. Una Terra che supponiamo di materia unica omogenea con un peso medio fra un minimo (acqua) ed un massimo (metalli). Ma la Terra è ben lungi dall'essere un tutto uniforme, e di più noi non conosciamo che la sua crosta. Alla superficie

---

(1) Nel caso dei pianeti con schiacciamento è probabile che i calcolatori dell'*Annuaire* abbiano fatto uso della formola a^2b, essendo a il raggio equatoriale e b il polare.

della medesima troviamo le acque e le roccie con densità da uno a tre, e più sotto abbiamo i combustibili minerali ed i metalli con densità fino a 22, ma al di là della crosta tutto ignoriamo. Ovvero sappiamo che la materia deve trovarsi sottoposta a temperature e pressioni straordinarie da farci pensare ad uno stato suo proprio, di legge sconosciuta, ed al quale male si applicano le leggi fin qui conquistate dalla Fisica nei proprii laboratorii. Tuttavia se noi a prescindere dalle differenti specie di densità che troviamo sulla Terra, e che ci sono note paragonando le diverse sostanze col tipo acqua, considereremo la Terra come un tutto unico fatto di un'unica sostanza, media di tutte quelle che conosciamo, potremo proporci il problema di determinare quale sia la densità media terrestre, che vale quanto il dire in che relazione sta tutta la nostra Terra rispetto ad una sfera di egual volume e tutta di acqua; ed è ciò che vedremo nel § seguente.

(*Fine del § 8; Continua*). A. Abetti.

SUGLI ACCENNI DANTESCHI

ai segni, alle costellazioni ed al moto del cielo stellato da occidente in oriente, di un grado in cento anni

Nota seconda di F. ANGELITTI.

(*Continuaz. vedi num. preced.*).

7. **Il catalogo di 1022 stelle di Tolomeo.** — Le varie interpretazioni sopra riferite dànno luogo ad alcuni problemi astronomici connessi con la teoria del movimento dell'ottava sfera; ma prima di affrontarne la soluzione, sarà utile dare qualche notizia sul catalogo di 1022 stelle formato da Tolomeo, e in uso presso gli astronomi fino al secolo xvi.

Tolomeo nei libri VII ed VIII della sua *Syntaxis Mathematica*, più comunemente nota sotto il nome di *Almagesto*, dà le coordinate eclittiche, longitudine e latitudine celesti, e le grandezze apparenti distribuite

in sei ordini, di 1022 stelle osservate alla latitudine di Alessandria, la quale è di 31 grado. Questo catalogo non è ordinato, come si farebbe oggi, per longitudini, ma per costellazioni, e le stelle di ciascuna costellazione non sono neanch'esse ordinate secondo un criterio manifesto. Le stelle che non formano parte di alcuna costellazione sono date in seguito ad una costellazione vicina. Le costellazioni sono distinte in boreali, zodiacali ed australi. Le costellazioni boreali sono 21 e contengono 360 stelle, delle quali 3 di prima grandezza, 18 di seconda, 81 di terza, 177 di quarta, 58 di quinta, 13 di sesta, 9 oscure ed una nebulosa. Le costellazioni zodiacali sono 12 e contengono 346 stelle, delle quali 5 di prima grandezza, 9 di seconda, 64 di terza, 133 di quarta, 105 di quinta, 27 di sesta e 3 nebulose. In soprannumero nello zodiaco havvi un ricciolo (riccio di capelli di fanciulla) secondo il testo greco edito da J. L. Heiberg, ed un ricciolo splendido e due riccioli occulti secondo la traduzione latina di G. Trapezunzio. Le costellazioni australi sono 15 e contengono 316 stelle, di cui 7 di prima grandezza, 18 di seconda, 63 di terza, 164 di quarta, 54 di quinta, 9 di sesta ed una nebulosa. In complesso si hanno 48 costellazioni con 1022 stelle, delle quali 15 di prima grandezza, 45 di seconda, 208 di terza, 474 di quarta, 217 di quinta, 49 di sesta, 9 oscure, 5 nebulose. In soprannumero un ricciolo splendido e 2 riccioli occulti.

L'epoca a cui si riferisce il catalogo di Tolomeo è il primo anno del regno dell'imperatore Antonino Pio, che corrisponde all'anno 137 dell'êra volgare secondo alcuni e all'anno 138 secondo altri. Il regno di Antonino Pio col fatto cominciò il 20 luglio dell'anno 137. Assolutamente parlando non ha alcuna importanza nell'assegnazione dell'epoca del catalogo di Tolomeo il divario di un anno, perchè sulle posizioni del detto catalogo pesa per lo meno l'incertezza di 5 primi in ciascuna delle due coordinate. Infatti, così le longitudini come le latitudini delle stelle sono espresse in gradi e nelle frazioni ordinarie di $^1/_6$, $^1/_4$, $^1/_3$, $^1/_2$, $^2/_3$ di grado o isolate o combinate tra di loro, per modo che per i minuti primi non si presentano altri numeri fuori che 10', 15', 20', 25', 30', 35', 40', 45', 50', 55' equivalenti rispettivamente alle frazioni $^1/_6$, $^1/_4$, $^1/_3$, $^1/_4 + ^1/_6$, $^1/_2$, $^1/_3 + ^1/_4$, $^2/_3$, $^1/_2 + ^1/_4$, $^1/_2 + ^1/_3$, $^2/_3 + ^1/_4$ di grado (1). Laonde la posizione di una stella, ritenuto il moto dell'ottava

(1) Non si può dire che l'incertezza di una qualsivoglia coordinata sia di 5 primi; come risulterebbe se ciascuna fosse stata osservata una sola volta con uno strumento in cui l'ampiezza del grado fosse stata suddivisa in 12 parti eguali. Da uno spoglio fatto sull'edizione di Basilea del 1551, risulta che sopra 2048 valori di coordinate, i 5

sfera di 36 secondi all'anno, si può adattare ad un periodo di tempo che abbraccia 8 anni e 4 mesi. E si noti che l'incertezza di cui parliamo, è quella che nasce dall'approssimazione adottata nel catalogo per la espressione delle coordinate delle stelle. Nulla diciamo sulla incertezza proveniente dagli errori di osservazione, o, come si dice oggi, dall'errore probabile delle osservazioni: quest'altra incertezza non potrebbe essere determinata se non trasportando all'epoca del catalogo di Tolomeo, per mezzo delle formole moderne, le posizioni dei nostri recenti cataloghi, e istituendo opportuni confronti.

Secondo la teoria del moto dell'ottava sfera adottata da Tolomeo, le posizioni delle stelle si possono trasportare ad un'altra epoca qualsivoglia con queste due regole semplicissime:

1°) La latitudine di una stella qualsivoglia rimane immutata col tempo;

2°) La longitudine di una stella qualsivoglia si accresce di un grado ogni cento anni; quindi fatta la differenza tra l'epoca per la quale si vuole la longitudine della stella e l'epoca del catalogo, si prenderanno tanti gradi quante centinaia d'anni complete si trovano in tale differenza, indi tante volte 3 primi quanti sono i lustri completi in aggiunta, e finalmente tante volte 36 secondi quanti sono gli anni rimanenti; la somma di questi gradi, primi e secondi, si aggiungerà o si toglierà alla longitudine della stella, secondo che l'epoca per cui si vuole la posizione è posteriore o anteriore all'epoca del catalogo.

Noi avremo occasione di trasportare le posizioni delle stelle all'epoca del viaggio dantesco e all'epoca della creazione. L'anno del viaggio dantesco può essere o il 1300 o il 1301 dell'êra volgare. Il primo anno dell'êra volgare, secondo gli elementi che si desumono dalle indicazioni dantesche, può corrispondere o all'anno 5199 o all'anno 5200 dalla creazione. Data anche l'incertezza di un anno nell'epoca del catalogo riferita all'êra volgare, riterremo che l'epoca del viaggio dantesco sia posteriore a quella del catalogo per 1163 anni, e che l'epoca della creazione sia anteriore all'epoca del catalogo per 5336 anni. Ora in 1163 anni sono contenuti 11 secoli, 12 lustri e 3 anni, durante i quali le longitudini

---

primi e i 25 primi non si presentano mai, i 15 primi si presentano 86 volte, i 45 primi si presentano 49 volte, i 35 primi si presentano 4 volte e i 55 primi solo due volte: si presentano una volta sola i 12 primi equivalenti a 1/5 di grado, e ciò nella 26ma stella della costellazione del Leone, per la quale anche l'edizione di Heiberg dà la frazione di grado ε' (eguale 1/5). Se si fosse adoperato uno strumento diviso di 5 primi in 5 primi, i numeri 0', 5', 10', 15', 20', 25', 30', 35', 40', 45', 50', 55' si sarebbero dovuti presentare con eguali probabilità ciascuno suppergiù 171 volte.

delle stelle avrebbero variato di 11 gradi, 36 primi e 108 secondi; sicchè per avere le longitudini delle stelle all'epoca del viaggio dantesco aggiungeremo in numero tondo 11 gradi e 38 primi alle longitudini date da Tolomeo. Similmente in 5336 anni sono contenuti 53 secoli, 7 lustri ed 1 anno, nel quale intervallo le longitudini delle stelle avrebbero variato di 53 gradi, 21 primo e 36 secondi; sicchè per avere le longitudini delle stelle all'epoca della creazione, sottrarremo in numero tondo 53 gradi e 22 primi alle longitudini date da Tolomeo.

Il catalogo di Tolomeo costituì le colonne d'Ercole dell'astronomia di posizione fino al secolo XVI. Il canone che le latitudini delle stelle rimanessero immutate, si ritenne confermato dalla riosservazione di poche stelle, e venne accettato da tutti gli astronomi consideratori. Non così la quantità di cui si accrescono le longitudini col tempo. Albategno, riosservando le stelle Antares, Cuor del Leone e Sirio trovò che le loro longitudini si erano aumentate di un grado ogni 66 anni, a partire dall'epoca del catalogo di Tolomeo, e su questo dato trasportò tutte le longitudini di Tolomeo all'anno 880 di Cristo con l'aggiunta di 11 gradi e 10 primi, lasciando le latitudini immutate. Gli astronomi Alfonsini ritennero anch'essi le latitudini di Tolomeo immutate, e trasportarono le longitudini al 31 maggio dell'anno 1251 di Cristo con l'aggiunta costante di 17 gradi e 8 primi; essi tuttavia ammettendo che l'ottava sfera compiesse la sua rivoluzione da occidente in oriente in 49000 anni, e seguendo la teoria del moto di accesso e recesso della stessa sfera, assegnarono una regola alquanto più complicata per trasportare le longitudini dall'epoca del loro catalogo ad un'altra. La tavole Alfonsine impresse a Parigi l'anno 1545 riportano anch'esse il catalogo di Tolomeo con le latitudini immutate e con le longitudini trasportate alla fine dell'anno 1500 con l'aggiunta costante di 19 gradi e 40 primi.

8. **Accenno dantesco alle 1022 stelle di Tolomeo.** — Nella nota precedente abbiamo riferito un passo del *Paradiso* in cui Dante accenna alle 15 stelle di prima grandezza classificate da Tolomeo. Vi è un brano del *Convivio* (II, 15) nel quale si accenna al numero di 1022 stelle per tirarne una ragione di comparazione del cielo stellato alla fisica. « Appresso le comparazioni fatte delli sette primi cieli, è da procedere agli altri, che sono tre, come più volte s'è narrato. Dico che il cielo stellato si può comparare alla fisica per tre proprietà, e alla metafisica per altre tre; chè ello ci mostra di sè due visibili cose, siccome le molte stelle, e siccome la Galassia, cioè quello bianco cerchio che il vulgo chiama la

Via di Santo Jacopo; e mostraci l'uno dei poli, e l'altro ci tiene ascoso (1): e mostraci un solo movimento da oriente a occidente, e un altro, che fa da occidente a oriente, quasi ci tiene ascoso. Per che per ordine è da vedere prima la comparazione della fisica e poi quella della metafisica. Dico che il cielo stellato ci mostra molte stelle; chè, secondo che li savi d'Egitto hanno veduto, infino all'ultima stella che appare loro in meridie, mille ventidue corpora di stelle pongono, di cui io parlo. E in questo ha esso grandissima similitudine colla fisica, se bene si guardino sottilmente questi tre numeri, cioè due e venti e mille; chè per lo due s'intende il movimento locale, lo quale è da un punto ad un altro di necessità. E per lo venti significa il movimento dell'alterazione: chè, conciossiacosachè dal dieci in su non si vada se non esso dieci alterando cogli altri nove e con sè stesso, e la più bella alterazione che esso riceva [si è] *sia* la sua di sè medesimo, e la prima che riceva [si è] *sie* venti, ragionevolmente per questo numero il detto movimento significa. E per lo mille significa il movimento del crescere; chè in nome, cioè questo mille, è il maggior numero, e più crescere non si può se non questo multiplicando. E questi tre movimenti soli mostra la fisica; siccome nel quinto del primo suo libro è provato ».

Il lettore moderno troverà certo bizzarra questa comparazione fondata sul numero 1022, e potrà osservare, tra l'altro, che essa non reggerebbe più se quel numero si esprimesse in un sistema avente una base diversa dal dieci. Ma, rimanendo nel campo delle conoscenze astronomiche dantesche, si può anche notare che quel numero, in quanto si riferisce alle stelle catalogate, è puramente accidentale: esso non comprende tutte le stelle del cielo, ed Alfergano nel capitolo 19mo dei suoi *Elementi* avverte esplicitamente che il numero 1022 si riferisce alle stelle osservate ai suoi tempi (?) fino all'estremità meridionale del terzo clima, e lascia intendere che il numero delle stelle visibili fino a questo limite può variare col moto dell'ottava sfera da occidente ad oriente. — Esponiamo — dice Alfergano — il numero delle stelle fisse e le loro grandezze secondo la classificazione fatta dai savi e riferiamo i

(1) Bisogna riflettere che dei due poli del primo mobile, ossia dei due poli del mondo, uno è sempre manifesto e l'altro è sempre celato ad un osservatore che si trovi tra l'equatore terrestre e una delle due città di Maria o di Lucia, e che un osservatore situato sull'equatore terrestre vede entrambi questi poli all'orizzonte. Qui tuttavia si parla dei poli del cielo stellato, ossia dei poli dell'eclittica, e di questi uno è sempre manifesto e l'altro è sempre celato ai luoghi terrestri situati fuori della zona torrida; ma per i luoghi della zona torrida entrambi i poli dell'eclittica nello spazio di un giorno si rendono visibili ed occulti, sorgendo e tramontando.

nomi delle stelle più grandi e i loro luoghi in cielo. Tutto ciò in riguardo al nostro tempo, giacchè le stelle si muovono in longitudine per un grado ogni cento anni. Diciamo dunque che i savi osservarono con istrumenti tutte le stelle fisse che apparvero ad essi fino all'estremità meridionale del terzo clima, e le classificarono in sei ordini di grandezze... Onde ne trovarono 15 di prima grandezza, 45 di seconda, 208 di terza, 474 di quarta, 217 di quinta e 63 di sesta..... Onde tutte le stelle osservate sono 1022, di cui 9 sono tenebrose e 5 nebulose — . Or come non pensare che la comparazione non reggerebbe più se il numero delle stelle visibili fino all'estremità meridionale del terzo clima, per effetto del moto dell'ottava sfera, fosse, ad esempio, diventato 1023? Ma già abbiamo visto che nello stesso catalogo di Tolomeo vi è nello zodiaco in soprannumero il ricciolo (ἡ πλόκαμος = Coma), il quale abbraccia, secondo gli astronomi arabi, tre stelle. Albategno inoltre avverte che nel numero di 1022 non è neanche compresa la stella *al-fard* che corrisponde ad α Hydrae, nè l'altra stella *al-mirzan*, non bene identificata.

Se non che, da una parte si deve riconoscere che nelle comparazioni dei cieli alle scienze Dante si appiglia ad ogni più lieve pretesto, anche occasionale, e dall'altra è notevole che egli non fa cenno del limite fino al quale le stelle erano state osservate, e dichiara semplicemente di attenersi al numero che pongono i savi d'Egitto. Del resto il numero delle stelle osservate e catalogate era rimasto immutato dall'epoca di Tolomeo fino ai tempi in cui il poeta scriveva.

9. **Posizioni delle stelle più cospicue del Centauro all'epoca della creazione e all'epoca del viaggio.** — Se Dante nel I del *Purgatorio* volle alludere ad alcune delle 1022 stelle note ai suoi tempi, egli se ne dovette procurare le posizioni così per l'epoca del viaggio come per l'epoca della creazione. Le posizioni per l'epoca della creazione non gli potevano risultare se non dal calcolo, mediante la regola per il trasporto delle longitudini. Quanto alle posizioni all'epoca del viaggio nessuno vorrà ammettere che le deducesse da osservazioni recenti, specialmente trattandosi di stelle molto australi: già abbiamo detto innanzi che, anche astronomi consideratori e calcolatori della più grande levatura, come Albategno e gli Alfonsini, non riosservarono se non poche stelle del catalogo di Tolomeo, al solo scopo di accertare meglio il moto dell'ottava sfera col quale trasportarono poi tutte le longitudini: dobbiamo quindi ritenere che anche le posizioni all'epoca del

viaggio il poeta le deducesse dal calcolo. A quale catalogo si appoggiò per il calcolo di queste posizioni? Non pare nè a quello di Albategno, nè a quello degli Alfonsini, i quali si fondavano sopra valori del moto dell'ottava sfera diversi da quello che il poeta ritenne. È ragionevole supporre che deducesse le posizioni dal catalogo di Tolomeo, ritenendo inalterate le latitudini ed aumentando e diminuendo le longitudini delle quantità costanti che abbiamo trovate nel numero 7.

Nella critica cronologica astronomica bisogna far bene attenzione alla scelta delle tavole e delle costanti da adoperare per ritrovare le posizioni degli astri. Il canone da seguire è questo: quando un autore descrive fenomeni celesti realmente osservati, è meglio ritrovare le circostanze di quei fenomeni facendo uso delle costanti e delle tavole moderne; ma quando un autore accenna a fenomeni celesti che non ha potuto osservare e che invece ha dedotti col calcolo, è necessario rifare i calcoli con le stesse tavole e con le medesime costanti adottate dall'autore. Quanto alle formole puramente matematiche, è indifferente adoperare le moderne o le antiche, conducendo le une e le altre ai medesimi risultati dentro i limiti delle approssimazioni che si vogliono raggiungere; sennonchè, quando si suppone che un autore abbia risoluto un certo problema, la critica deve potere additare metodi e procedimenti effettivamente in uso nel tempo di cui si tratta, ai quali fosse agevole ricorrere per ottenere la soluzione.

Nel caso attuale, gl'interpreti vogliono che le quattro stelle dantesche siano quelle della Croce del Sud, e che Dante ne pigliasse probabilmente le posizioni dal catalogo di Tolomeo: noi dobbiamo in primo luogo ritrovare quali fra le stelle di Tolomeo si possono identificare con le quattro stelle più splendide, α, β, γ, δ, della Croce del Sud; e quindi dobbiamo ritrovare le posizioni che Dante assegnò a quelle stelle per l'epoca della creazione e per l'epoca del viaggio. Per la prima ricerca bisognerà calcolare le posizioni che le stelle della Croce avevano all'epoca del catalogo di Tolomeo, partendo dai cataloghi moderni, e facendo uso delle moderne costanti, per trovare quali tra le stelle del Centauro, da cui nei tempi posteriori fu ricavata la costellazione della Croce, avevano presso a poco le medesime posizioni. Per la seconda indagine bisognerà trasportare le posizioni di Tolomeo alle due epoche volute, seguendo il procedimento che poteva essere adoperato da Dante.

Il mio collega Dr. E. Paci, dalle *Sterntafeln* del Dr. Neugebauer, ha ricavato le seguenti

Posizioni che le stelle della Croce del Sud avevano nell'anno 137.5.

Stella	Grandezza	Longitudine	Latitudine
α Crucis	1,0	196° 14′	— 52° 41′
β Crucis	1,5	195 58	— 48 27
γ Crucis	1,6	190 59	— 47 33
δ Crucis	3,1	190 1	— 50 15

Le grandezze segnate nel precedente specchietto sono quelle notate nell'opuscolo di Neugebauer.

La stella α, che costituisce il piede della Croce, si identifica con quella che Tolomeo situa nel calcagno del piede destro posteriore del Centauro alla longitudine di 15° 20′ di Libra e alla latitudine australe di 51° 40′, registrandola come di 2ª grandezza. La stella β, che costituisce il braccio sinistro della Croce, si identifica con quella situata fuori sotto lo stesso piede, alla longitudine di 14° 40′ di Libra e alla latitudine australe di 49° 10′, notata come di 4ª grandezza, benchè nella traduzione latina di Gherardo da Cremona e nelle tavole Alfonsine sia data come di 3ª grandezza. La stella δ che costituisce il braccio destro si identifica con quella situata nel garetto dello stesso piede a 10° di Libra e alla latitudine australe di 51° 10′, notata come di 2ª grandezza. Invano si cerca nella costellazione del Centauro o nelle vicinanze di essa una stella che possa identificarsi con la γ Crucis, che costituisce la testa: bisognerebbe supporre in qualcuna di esse degli errori di parecchi gradi così in longitudine come in latitudine. La figura della Croce non può essere formata da alcun aggruppamento di quattro stelle del Centauro con le posizioni descritte da Tolomeo. E si noti, per chi guardi il Centauro, che la configurazione quale si vede sui globi e sulle carte celesti più recenti è molto diversa da quella che veniva disegnata ai tempi di Tolomeo e nel medio evo.

Dante dunque non poteva alludere alle stelle della Croce del Sud, una delle quali mancava affatto nel catalogo di Tolomeo, ed un'altra, benchè di seconda grandezza, era registrata come di quarta grandezza, e quindi perdeva assai d'importanza rispetto alle cinque stelle situate nei piedi posteriori del Centauro e classificate nella seconda grandezza. Tra queste stelle di seconda grandezza il poeta dovette scegliere le sue quattro stelle, se ebbe di mira quella plaga celeste.

Ecco ora le posizioni delle sei stelle più cospicue della costellazione del Centauro, cioè di quelle notate di prima o di seconda grandezza, quali si desumono dall'edizione di Heiberg (Lipsia 1903), ordinate per longitudini crescenti :

Posizioni delle sei stelle più cospicue della costellazione del Centauro. date dal catalogo di Tolomeo per l'anno 137-138 dell'êra volgare.

N.° della stella		Longitudine	Latitudine	Grandezza
1	Libra	10° = 190° 0'	— 51 1/6 = — 51° 10'	2
2	Libra	11 1/6 = 191 10	— 55 1/3 = — 55 20	2
3	Libra	15 1/3 = 195 20	— 51 2/3 = — 51 40	2
4	Libra	16 1/3 = 196 20	— 43 = — 43 0	2
5	Libra	24 1/6 = 204 10	— 45 1/3 = — 45 20	2
6	Scorpione	8 1/3 = 218 20	— 41 1/6 = — 41 10	1

Dobbiamo avvertire che nella versione latina dell'*Almagesto* fatta dal Trapezunzio e stampata a Basilea nell'anno 1551, la longitudine dell'ultima di queste stelle è data di 8° 20' di Libra, anzichè di 8° 20' di Scorpione, ossia è data di 188° 20' invece di 218° 20'. Anche la versione latina di Gherardo da Cremona stampata dal Lichteustein a Venezia nel 1515, dà la longitudine di 6 segni, 8 gradi e 20 primi, ossia di 188° 20'. Questo errore che si riferisce alla stella più cospicua della costellazione del Centauro, trovasi anche trasmesso al catalogo di Albategno, il quale la pone alla longitudine di 199° 30', ed anche al catalogo degli Alfonsini che la pone a 208° 0'. Forse l'errore nacque nelle versioni arabe dell'*Almagesto*. Ad ogni modo esso prova che nella formazione dei nuovi cataloghi neanche le posizioni delle stelle di prima grandezza erano state riosservate tutte e che su talune di esse si lasciava correre un errore di 30° in longitudine.

Ecco ora le posizioni delle stesse stelle trasportate all'epoca della creazione e all'epoca del viaggio.

Posizioni delle sei stelle più cospicue della costellazione del Centauro, dedotte dal catalogo di Tolomeo per l'epoca della creazione e per l'epoca del viaggio.

N.° della stella	Longitudini all'epoca della creazione	Longitudini all'epoca del viaggio	Latitudine	Grandezza
1	136° 38'	201° 38'	— 51° 10'	2
2	137 48	202 48	— 55 20	2
3	141 58	206 58	— 51 40	2
4	142 58	207 58	— 43 0	2
5	150 48	215 48	— 45 20	2
6	164 58	229 58	— 41 10	1

Se tra queste sei stelle il poeta scelse le quattro che la mattina all'uscita sulla spiaggia del Purgatorio finse di vedere presso il polo australe alte nel meridiano, e se volle considerare il gruppo più compatto, egli dovette escludere le due ultime. Noi restringeremo a questa ipotesi le nostre discussioni.

10. **Posizioni delle stelle dell'Ara all'epoca della creazione e all'epoca del viaggio.** — Similmente, se il poeta nel I e nell'VIII del *Purgatorio* volle alludere alle stelle della costellazione dell'Ara, egli dovette consultare il catalogo di Tolomeo per dedurre le posizioni di quelle stelle all'epoca della creazione e all'epoca del viaggio.

Diamo qui appresso le posizioni delle stelle dell'Ara, quali si desumono dall'opera di Tolomeo, edizione di Heiberg, ordinando le stelle secondo le longitudini crescenti.

Posizioni delle sette stelle dell'Ara date dal catalogo di Tolomeo per l'anno 187-188 dell'êra volgare.

N.° della stella	Longitudine		Latitudine		Grandezza
1	Scorpione 20° 2/3	= 230° 40′	— 1 1/3	= — 1° 20′	5
2	Scorpione 20 1/2 1/3	= 230 50	— 34 1/4	= — 34 15	4
3	Scorpione 25	= 235 0	33 1/3	= — 33 20	4
4	Scorpione 25 1/6	= 235 10	- 34 1/6	= — 34 10	4
5	Scorpione 26 1/3	= 236 20	— 26 1/2	= — 26 30	4
6	Scorpione 27 2/3	= 237 40	— 22 2/3	= — 22 40	5
7	Sagittario 3	= 243 0	- 25 1/2 1/4	= — 25 45	4

La latitudine della prima di queste stelle è evidentemente sbagliata per la mancanza della cifra delle diecine: questo errore si trova anche nell'edizione dell'*Almagesto* di Tolomeo curata a Parigi negli anni 1813 e seguenti dall'abate Halma (1). Il Delambre corresse 30° 20′ (2). Heiberg avverte che il numero dei gradi è indicato con la lettera α (= 1) in ben quattro dei sei codici da lui ritenuti sufficienti per l'edizione critica. Egli aggiunge: « scribendum λ »; ma non è chiaro se si debba secondo lui scrivere λ (= 30) in luogo di α, oppure se si debba scrivere innanzi alla α la cifra delle diecine λ, con che la latitudine della stella sarebbe data di λα γ′, ossia di 31° $^1/_3$. L'edizione latina di Basilea del 1551 dà la latitudine di questa stella di 33° 0′. Il catalogo riportato nelle tavole Alfonsine pubblicate a Parigi nel 1543 dà la latitudine di 30° 20′. Noi riterremo quest'ultimo numero, il quale s'accorda con la

(1) Cfr. *Composition Mathématique de Claude Ptolémée, ou Astronomie ancienne, traduite pour la première fois du grec en français, sur les manuscrits de la Bibliothèque du roi* par M. Halma; et suivie des notes de M. Delambre, tome second, Paris 1816, pp. 80-81.

(2) La correzione proposta da Delambre per la latitudine della prima di queste stelle la rilevo dallo specchietto dato in nota alla pag. 22 dell'opuscolo già citato del Rizzacasa d'Orsogna: *Quattro nuovi studi di astronomia dantesca*; Palermo, 1907. Come rilevasi da tale specchietto, Delambre avrebbe apportate altre piccole correzioni alle longitudini di alcune altre stelle della costellazione.

correzione proposta da Delambre e probabilmente anche con quella suggerita da Heiberg.

Aggiungendo alle longitudini le quantità costanti precedentemente calcolate al numero 7, formiamo le posizioni delle stelle dell'Ara all'epoca della creazione e all'epoca del viaggio.

Posizioni delle stelle dell'Ara dedotte dal catalogo di Tolomeo per l'epoca della creazione e per l'epoca del viaggio.

N.° della stella	Longitudini all'epoca della creazione	Longitudini all'epoca del viaggio	Latitudine	Grandezza
1	177° 18'	242° 18'	— 30° 20'	5
2	177 28	242 28	— 34 15	4
3	181 38	246 38	— 33 20	4
4	181 48	246 48	— 34 10	4
5	182 58	247 58	— 26 30	4
6	184 18	249 18	— 22 40	5
7	189 48	254 48	— 25 45	4

11. **Coordinate eclittiche di un punto centrale delle quattro stelle dei piedi posteriori del Centauro e di un punto centrale della costellazione dell'Ara per l'epoca della creazione e per l'epoca del viaggio.** — Invece di portare innanzi le posizioni delle singole stelle ritengo sufficiente restringere i calcoli e le discussioni ad un punto centrale del gruppo delle quattro stelle dei piedi posteriori del Centauro e a un punto centrale della costellazione dell'Ara. E propriamente sceglierò il punto che ha per longitudine la media delle longitudini e per latitudine la media delle latitudini delle singole stelle.

Il punto centrale così prescelto per il gruppo delle prime quattro stelle della costellazione del Centauro riferite al numero 9 ha quindi le seguenti coordinate:

longitudine all'epoca della creazione	=	139° 50'
longitudine all'epoca del viaggio	=	204 50
latitudine costante alle due epoche	= —	50 18

E similmente il punto centrale delle stelle della costellazione dell'Ara riferite al numero 10 ha le seguenti coordinate:

longitudine all'epoca della creazione	=	182° 11'
longitudine all'epoca del viaggio	=	247 11
latitudine costante alle due epoche	= —	29 34

12. **Problemi danteschi intorno alle stelle prescelte.** — Se Dante fece in un modo qualunque la scelta delle sue stelle, egli dovette deter-

minarsi le posizioni che occupavano rispetto al meridiano e all'orizzonte nel mattino e nella sera, quando finse di fermare sopra di esse la sua attenzione. E se per prima gente volle intendere gli abitatori della terra situati ad una data latitudine boreale, dovette assicurarsi che le sue stelle erano visibili da quella latitudine all'epoca della creazione e che dopo qualche tempo non lo furono più per effetto del moto lentissimo del cielo stellato da occidente in oriente.

La prima indagine doveva dar luogo alla determinazione dell'angolo orario e dell'altezza del suo gruppo di stelle. L'angolo orario di una stella si ottiene togliendo l'ascensione retta della stella dall'ascensione retta del meridiano. Dall'angolo orario e dalla declinazione della stella si deduce la sua altezza dall'orizzonte. Dante quindi dovette determinarsi le coordinate equatoriali, ascensione retta e declinazione, del suo gruppo di stelle per l'epoca del viaggio. E dovette altresì determinarsi l'ascensione retta del meridiano nei supposti istanti delle sue osservazioni celesti.

Per la seconda indagine aveva bisogno di conoscere la declinazione del suo gruppo di stelle per l'epoca della creazione, e doveva pur determinare quanto tempo dopo la creazione il suo gruppo di stelle raggiungeva una certa declinazione. Egli quindi aveva pur bisogno di determinarsi le coordinate equatoriali del suo gruppo per l'epoca della creazione.

Occorre quindi che noi procediamo con ordine alla risoluzione dei medesimi problemi. E cominceremo col determinare l'ascensione retta e la declinazione del punto centrale del gruppo delle quattro stelle dei piedi posteriori del Centauro e del punto centrale delle sette stelle della costellazione dell'Ara per l'epoca del viaggio.

13. **Coordinate equatoriali del punto centrale delle quattro stelle dei piedi posteriori del Centauro per l'epoca del viaggio.** — Dalle coordinate eclittiche di una stella si può passare alle coordinate equatoriali della medesima o col metodo analitico delle formole, o col metodo grafico mediante il disegno in proiezione, o col metodo meccanico adoperando il globo celeste.

Tutti e tre questi metodi erano in uso ai tempi di Dante. Noi accenneremo al metodo semplicissimo del globo celeste, ed esporremo minutamente così il procedimento analitico come il procedimento grafico, riportando i calcoli e i disegni, non solo per fare, come crediamo, cosa grata agli amatori dell'astronomia dantesca, offrendo loro dei modelli sicuri per

ripetere i calcoli ed anche per applicarli ad altre interpretazioni; ma anche per acquistare fiducia completa ai risultati che daremo; giacchè nei dantisti si è ingenerata una certa diffidenza sui responsi degli astronomi, i quali talora su problemi come quelli che ci occupano, hanno creduto di rispondere a occhio e croce, senza la necessaria ponderazione. Onde il D'Ovidio, con la sua simpatica arguzia, a ragione scrisse: «quasi dappertutto dove Dante fa l'astronomo..... non solo noi lettori spiccioli c'imbrogliamo a comprenderlo, ma gli astronomi stessi discordano e spesso s'accapigliano maledettamente, e noi ci troviamo come si trova una povera famiglia quando vede alle prese tra loro i medici sull'infermità di una sua persona cara (1)». Alla esposizione diffusa dei calcoli sono spinto anche da una ragione di delicatezza, perchè, come il lettore vedrà, io giungo a risultati diversi da quelli che sono stati conchiusi da altri astronomi, il che mi obbliga a rendere stretto conto dei miei procedimenti. E si noti che non si tratta di divergenza sul modo d'interpretare le parole del poeta; ma si tratta di diversità nei risultati dei calcoli fondati sopra una medesima interpretazione.

Chiamando

ε l'obliquità dell'eclittica,

λ la longitudine di un punto della sfera celeste,

β la sua latitudine,

α la sua ascensione retta,

δ la sua declinazione,

M ed $M+\varepsilon$ due archi ausiliarii, differenti tra loro per l'obliquità dell'eclittica ε: dei quali il primo rappresenta la latitudine del punto in cui il coluro dei solstizii è incontrato dal semicircolo che unisce i punti equinoziali passando per la stella, presa però la detta latitudine col proprio segno o col segno contrario, secondo che quel punto cade nel semicoluro che andando da un polo all'altro dell'eclittica passa per il primo punto di Cancro, o in quello che passa per il primo punto di Capricorno (cioè col proprio segno quando λ è compresa tra zero e 180° e col segno mutato quando λ è compresa tra 180° e 360°); ed il secondo rappresenta la declinazione del medesimo punto, presa col proprio segno o col segno mutato, secondo che quel punto cade nel semicoluro che, andando da un polo all'altro dell'equatore, passa per il primo punto di Cancro, o in quello che passa per il primo punto di Capricorno (presa, cioè, col proprio segno quando α è compresa tra zero e 180°, e col segno mutato quando α è compresa tra 180° e 360°),

si ha il seguente gruppo di formole molto elegante:

$$\left.\begin{aligned} \tan M \, \cot\beta \, \sin\lambda &= 1 \\ \tan\alpha \, \cot\lambda \, \cos M \, \sec(M+\varepsilon) &= 1 \\ \tan(M+\varepsilon) \, \cot\delta \, \sin\alpha &= 1 \end{aligned}\right\} \quad [1]$$

(1) Cfr. FRANCESCO D'OVIDIO: *Nuovi studi danteschi — Ugolino — Pier della Vigna — I simoniaci — e discussioni varie*; Milano 1907, pp. 555-556.

Questo gruppo si presta tanto a determinare α e δ allorchè sono date λ e β, quanto a determinare λ e β allorchè sono date α e δ: nel primo caso, la prima, la seconda e la terza equazione forniscono ordinatamente le quantità M, α e δ; nel secondo caso, la terza, la seconda e la prima equazione forniscono ordinatamente le quantità $M + \varepsilon$, λ e β. Il valore risultante per M dalla prima equazione, o quello risultante per $M + \varepsilon$ dalla terza, prescindendo dal significato geometrico, può anche essere aumentato o diminuito di un multiplo di 180°. Quindi nella determinazione dell'arco M per mezzo della prima equazione, si può scegliere uno qualunque dei valori che corrispondono alla sua tangente, e così pure nella determinazione dell'arco $M + \varepsilon$ per mezzo della terza equazione. Per dirimere le ambiguità che si possono presentare nella determinazione di α e di λ per mezzo delle loro tangenti, basta riflettere che queste coordinate sono o entrambe comprese tra 90° e 270°, o entrambe fuori di questi limiti.

Il gruppo delle formole [1] poteva dagli astronomi antichi essere facilissimamente dedotto con l'applicazione del teorema di Menelao: esso corrisponde alle formole che nei moderni trattati si deducono analiticamente dalle comuni formole della trigonometria sferica per via dell'introduzione degli archi ausiliari, e si sogliono presentare in due gruppi distinti per i due casi sopra mentovati.

Ponendo in questo gruppo di formole $\varepsilon = 23^\circ\, 30'$ (1), $\lambda = 204^\circ\, 50'$, $\beta = -50^\circ\, 18'$, ed applicando il calcolo logaritmico si ha:

$$\log \tan \beta = 0{,}08081_n$$
$$\log \operatorname{cosec} \lambda = 0{,}37677_n$$
$$\log \tan M = 0{,}45758$$

(1) Come risulta dalle *Abgekürzte Tafeln der Sonne und der grossen Planeten* von Dr. P. V. Neugebauer contenute nel N. 25 delle pubblicazioni del R. Istituto di calcoli astronomici di Berlino (Berlino 1904, p. 12), l'obliquità dell'eclittica per l'anno 1300 sarebbe stata di 23°,53, ossia di circa 23° 32′. Per Dante l'obliquità dell'eclittica era un elemento invariabile. Albategno aveva ottenuto nell'anno 880 il valore di 23° 35′; ma, come abbiamo detto nella nota precedente, Dante adottò probabilmente il valore di 23° 30′ secondo la più recente determinazione classica fatta nell'anno 1270 a Marâghah dall'astronomo Nasir ad-dîn al-Tûsî. Veramente, una determinazione classica anche più recente era stata fatta nell'anno 1280 dall'astronomo cinese Cocheou-King, il quale aveva ottenuto un valore che, corretto dalla refrazione e dalla parallasse, risulta di 23° 32′ 2″, superiore appena di 4″ al valore che per quell'anno si ottiene applicando la serie di Newcomb (cfr. *Dalla torre di Babel al laboratorio di Groninga*, discorso letto alla Reale Accademia dei Lincei nell'adunanza solenne del 2 giugno 1912 dal Segretario Accademico E. Millosevich); ma difficilmente poteva Dante avere notizia di questa determinazione. Ad ogni modo il divario di alcuni primi nel valore dell'obliquità dell'eclittica non avrà nei nostri risultati alcuna influenza degna di considerazione.

$$M = 70^\circ 46' 40''$$
$$\varepsilon = 23\ \ 30$$
$$M + \varepsilon = 94\ \ 16\ \ 40$$

$$\log \tan \lambda = 9{,}66537 - 10$$
$$\log \sec M = 0{,}48250$$
$$\log \cos (M + \varepsilon) = 8{,}87269_n - 10$$
$$\log \tan \alpha = 9{,}02056_n - 10$$
$$\alpha = 174^\circ 0' 52''$$

$$\log \tan (M + \varepsilon) = 1{,}12610_n$$
$$\log \sin \alpha = 9{,}01819 - 10$$
$$\log \tan \delta = 0{,}14429_n$$
$$\delta = -54^\circ 20' 51''$$

14. **Altre formole.** — Per passare dalle coordinate eclittiche di una stella alle coordinate equatoriali e viceversa, si hanno vari altri gruppi di formole, probabilmente noti anche agli astronomi antichi. Non sarà inutile fare i nostri calcoli per diverse vie, per assicurarci dell'esattezza dei risultati.

Ecco pertanto un gruppo di formole anch'esso molto elegante. Oltre alle notazioni precedenti, chiamando

α_q l'ascensione retta del punto dell'equatore che ha la stessa longitudine della stella,

λ_c la longitudine del punto dell'eclittica che ha la stessa ascensione retta della stella (punto che dagli antichi era chiamato il grado di culminazione della stella),

si ha:

$$\left.\begin{aligned} \sin (\lambda - \lambda_c) \sec \lambda_c \cot \beta \cot \varepsilon &= 1 \\ \tan \alpha \cot \lambda_c \sec \varepsilon &= 1 \\ \cot \alpha_q \tan \lambda \sec \varepsilon &= 1 \\ \sin (\alpha_q - \alpha) \sec \alpha_q \cot \delta \cot \varepsilon &= 1 \end{aligned}\right\} \quad [2]$$

Questo gruppo di formole può servire tanto per passare dalle coordinate eclittiche alle equatoriali, quanto da queste a quelle. Se sono date λ e β, e si cercano α e δ, la prima equazione darà λ_c, con che la seconda fornirà immediatamente α: la terza equazione darà α_q, e quindi dalla quarta si dedurrà il valore di δ. Se invece, date α e δ, si cercano λ e β, dalla quarta equazione si dedurrà α_q, con che la terza fornirà subito λ; la seconda darà λ_c, e quindi dalla prima si otterrà β.

Quando dalla prima equazione si vuole dedurre il valore di λ_c, sarà conveniente trasformarla in quest'altra

$$\tan (45^\circ + {}^1/_2\, \lambda - \lambda_c) = \cos (\beta - \varepsilon) \sec (\beta + \varepsilon) \cot (45^\circ + {}^1/_2\, \lambda). \quad [3]$$

Similmente, se dalla quarta si vuole dedurre α_q, sarà utile trasformarla in quest'altra

$$\tan (45^\circ + {}^1/_2\, \alpha - \alpha_q) = \cos (\delta + \varepsilon) \sec (\delta - \varepsilon) \cot (45^\circ + {}^1/_2\, \alpha). \quad [4]$$

La seconda e la terza equazione del gruppo [2] si possono calcolare a vista per mezzo della tavola delle ascensioni rette dei segni (la quale veniva riportata in tutti i trattati antichi di astronomia, ed era intitolata *Tabula elevationum signorum in sphaera recta*), osservando che α è l'ascensione retta corrispondente al punto dell'eclittica che ha per longitudine λ_c e che λ è l'ascensione retta del punto dell'eclittica che ha una longitudine eguale ad α_q.

Per dirimere le ambiguità che si possono presentare nelle determinazioni di α, λ, α_q, λ_c, per mezzo delle tangenti, basta considerare che i valori di queste coordinate debbono essere o tutti e quattro compresi tra 90 gradi e 270 gradi o tutti e quattro fuori di questi limiti; e poichè o è data λ o è data α, si saprà se si debba verificare l'un caso o l'altro. Applichiamo al nostro problema le formole [2], sostituendo alla prima del gruppo la formola [3].

Si ha:

$$\begin{aligned} \beta &= -50^\circ\,18' \\ \varepsilon &= \quad 23\;\;30 \\ \beta+\varepsilon &= -26\;\;48 \end{aligned} \qquad \begin{aligned} \beta &= -50^\circ\,18' \\ \varepsilon &= \quad 23\;\;30 \\ \beta-\varepsilon &= -73\;\;48 \end{aligned} \qquad \begin{aligned} {}^1/_2\,\lambda &= 102^\circ\,25' \\ 45^\circ + {}^1/_2\,\lambda &= 147\;\;25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \log\cos(\beta-\varepsilon) &= 9{,}44559-10 \\ \log\sec(\beta+\varepsilon) &= 0{,}04935 \\ \log\cot(45^\circ+{}^1/_2\,\lambda) &= 0{,}19442_n \\ \log\tan(45^\circ+{}^1/_2\,\lambda-\lambda_c) &= 9{,}68936_n-10 \end{aligned} \qquad \begin{aligned} \log\tan\lambda &= 9{,}66537-10 \\ \log\sec\varepsilon &= 0{,}03760 \\ \log\tan\alpha_q &= 9{,}70297-10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 45^\circ+{}^1/_2\,\lambda-\lambda_c &= -26^\circ\,3'\,41'' \\ 45+{}^1/_2\,\lambda &= \quad 147\;\;25 \\ \lambda_c &= \quad 173\;\;28\;\;41 \end{aligned} \qquad \begin{aligned} \alpha_q &= 206^\circ\,46'\,37'' \\ \alpha &= 174\;\;\;0\;\;54 \\ \alpha_q-\alpha &= \;\;32\;\;45\;\;43 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \log\tan\lambda_c &= 9{,}05813_n-10 \\ \log\cos\varepsilon &= 9{,}96240-10 \\ \log\tan\alpha &= 9{,}02053_n-10 \\ \alpha &= 174^\circ\,0'\,54'' \end{aligned} \qquad \begin{aligned} \log\sin(\alpha_q-\alpha) &= 9{,}73332-10 \\ \log\sec\alpha_q &= 0{,}04926_n \\ \log\cot\varepsilon &= 0{,}36170 \\ \log\tan\delta &= 0{,}14428_n \\ \delta &= -54^\circ\,20'\,49'' \end{aligned}$$

15. **Metodo di Gauss**. — Per dedurre le coordinate equatoriali dalle coordinate eclittiche, è sopra tutti preferibile, secondo un metodo additato da Gauss, un altro gruppo di formole.

Oltre alle notazioni precedenti, chiamando

β_q la latitudine del punto dell'equatore che ha la stessa longitudine della stella,
δ_1 la declinazione del punto della sfera celeste che ha la stessa longitudine della stella e l'ascensione retta eguale ad $\alpha_q - 90^\circ$,

si ha:

$$\left.\begin{aligned} \tan\alpha_q &= \tan\lambda\,\sec\varepsilon \\ \tan\beta_q &= -\sin\lambda\,\tan\varepsilon \\ \cot\delta_1 &= -\cos\alpha_q\,\tan\varepsilon \\ \tan(\alpha-\alpha_q) &= \tan(\beta-\beta_q)\cos\delta_1 \\ \tan\delta &= \sin(\alpha-\alpha_q)\tan\delta_1 \end{aligned}\right\}\;[5]$$

In questo gruppo di formole le prime due equazioni possono essere calcolate mediante le tavole delle ascensioni rette e delle declinazioni dei segni. Infatti, α_q non è altro che la longitudine del punto dell'eclittica che ha l'ascensione retta eguale a λ, e β_q non è altro che la declinazione dello stesso punto. Anche la terza formola può essere calcolata mediante la stessa tavola delle declinazioni dei segni: infatti δ_1 non è altro che il complemento della declinazione del punto dell'eclittica la cui ascensione retta è eguale ad $\alpha_q - 90°$.

Applicando al gruppo [5] il calcolo dei logaritmi si ha:

$$\log\tan\lambda = 9{,}66537 - 10$$
$$\log\sec\varepsilon = 0{,}03760$$
$$\log\tan\alpha_q = 9{,}70297 - 10$$
$$\alpha_q = 206°\ 46'\ 37''$$

$$\log\sec\alpha_q = 0{,}04926_n$$
$$\log\cot\varepsilon = 0{,}36170$$
$$\log\tan\delta_1 = 0{,}41096$$
$$\delta_1 = +\ 68°\ 47'\ 5'$$

$$\log\sin\lambda = 9{,}62323_n - 10$$
$$\log\tan\varepsilon = 9.63830 - 10$$
$$\log\tan\beta_q = 9{,}26153 - 10$$
$$\beta_q = +\ 10°\ 20'\ 56''$$
$$\beta = -\ 50\ \ 18$$
$$\beta - \beta_q = -\ 60\ \ 38\ \ 56$$

$$\log\tan(\beta - \beta_q) = 0{,}25000_n$$
$$\log\cos\delta_1 = 9{,}55855 - 10$$
$$\log\tan(\alpha - \alpha_q) = 9{,}80855_n - 10$$
$$\alpha - \alpha_q = -\ 32°\ 45'\ 42''$$
$$\alpha_q = 206\ \ 46\ \ 37$$
$$\alpha = 174\ \ 0\ \ 55$$

$$\log\sin(\alpha - \alpha_q) = 9{,}73331_n - 10$$
$$\log\tan\delta_1 = 0{,}41096$$
$$\log\tan\delta = 0{,}14427_n$$
$$\delta = -\ 54°\ 20'\ 47''$$

(Continua).

NOTIZIARIO

Astronomia.

Meteore luminose osservate al Brasile nel 1911. — Nel 1911 furono visibili al Brasile alcune meteore luminose, ma due di queste veramente notevoli per la luce che diffusero e per i danni prodotti dalla caduta di aeroliti.

Si videro, una nello Stato di Rio Janeiro, poco oltre la linea tropicale, l'altra nello Stato di *Rio Grande do Sul*. Lo scarso popolamento dei territori, le enormi distanze ed i difetti di comunicazione non mi hanno permesso di raccogliere che dati abbastanza scarsi per ricostruire lo svolgersi dei fenomeni.

Mi limito perciò a dare quelle notizie che di preferenza ho potuto controllare:

Bolide di S. Fidelis. — Intorno alle 17^h del 15 aprile 1911 apparve nello Stato di Rio una meteora luminosa che per la poca altezza sull'orizzonte, per la sua viva luce e per lo scoppio che ne seguì, destò un certo panico nelle popolazioni di Macahè, Guissasmann e S. Fidelis, paesi che il 30 marzo precedente erano stati percorsi da un fremito sismico.

A riguardo di questo bolide le informazioni che raccolsi sono abbastanza sicure e diffuse, e ci permettono di seguire con discreta approssimazione l'andamento del fenomeno. Le persone che avvistarono il passaggio della meteora sono concordi nell'affermare ch'essa illuminava di una luce verdastra tutto il cielo visibile, lasciando sul suo solco una striscia biancastra scintillante. Il suo aspetto fu da prima di forma stellare, poi di una grande massa rotondeggiante rossastra. A Macahè, paese sulla costa Atlantica, la meteora fu avvistata proveniente dal mare e da S-E; solcò il cielo rapidamente per scomparire dietro le creste della catena montuosa della *Serra do Mar*.

A S. Fidelis, paese interno nel tratto Nord della Serra e ad oltre 120 km. da Macahè, la meteora fu osservata appena un secondo; produsse una luce intensa e subito dopo si diffuse sul cielo nitido una lunga striscia di fumo a zig-zag, striscia che vi permase alcun tempo.

L'informatore di S. Fidelis, capo della stazione telegrafica di quel paese, e a cui si devono le notizie più esatte, aggiunge che 5 minuti dopo il passaggio della meteora si udì un forte e sordo rumore, come di corpo che cada a terra. Premesse queste notizie siamo in grado di determinare il movimento del bolide, che molto probabilmente fu da SSE a NNW, se dal mare si moveva verso la *Serra do Mar*, andando ad esplodere all'incirca all'altezza di S. Fidelis, paese a Nord di Macahè.

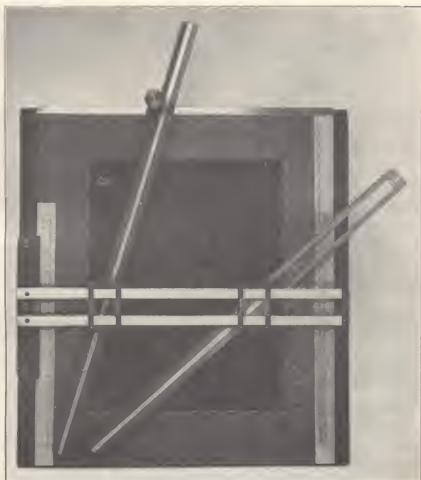
Rimettendoci alle informazioni ricevute, la meteora fu osservata alle $17^h\ 30^m$ e poichè l'osservatore di S. Fidelis ci riferisce che subito dopo avvistatala, fu notata in cielo la striscia di fumo, si deduce da ciò che l'esplosione sarebbe avvenuta intorno alla stessa ora.

L'esplosione dev'essersi verificata sulla verticale di località più a Nord di S. Fidelis, essendosi osservata da questo lato la massa di fumo. Tenendo conto infine dell'intervallo trascorso fra l'ultimo sprazzo di luce del bolide (istante dell'esplosione) e il rumor sordo udito dagli abitatori di S. Fidelis, intervallo stimato in circa 5^m, lo scoppio ci risulta avvenuto a distanza di 100 km. da S. Fidelis, e poichè il bolide solcò il cielo a poca altezza sull'orizzonte, la località sulla cui verticale si è verificata l'esplosione deve trovarsi a NNW di S. Fidelis ad una distanza che approssimativamente si può stimare intorno ai 90 km. Nessuna traccia positiva, quantunque si facessero delle inchieste al riguardo, si potè avere sulla caduta dell'aerolito.

Aerolito di Passo Fundo. — Nella notte dal 21 al 22 luglio 1911 alcuni coloni dei dintorni di *Passo Fundo* — Stato di Rio Grande del Sud — furono impressionati da una fortissima detonazione, seguìta da altre minori, e furono terrorizzati per essersi diffusa assieme alla detonazione una luce rossastra dell'apparenza di un'aurora boreale.

Più tardi giunsero notizie che nei pressi del borgo *Campo do Meio* — comune di Passo Fundo — una casa colonica aveva avuto il tetto sfondato ed una parete squarciata per la caduta di un aerolito, che i cristalli di altre case si erano rotti o avevano fortemente vibrato, e, inoltre, che alcuni capi di bestiame erano stati uccisi.

Le difficoltà del viaggiare e la stagione non propizia non mi permisero di recarmi sul luogo preciso ove avvenne la caduta dell'aerolito; però, dalle persone che avvertirono il fenomeno, ho potuto stabilire che il rumore prodotto dalla caduta dell'aerolito si propagò per un raggio di almeno 100 km., poichè fu av-

Rivista di Astronomia e scienze affini. — *Anno VI, n. 12, pag. 853.*

Abbaco per il calcolo delle posizioni apparenti delle stelle.
G. Van Biesbroeck.

vertito fino a Cruz Alta e Tupaceretan, che si trovano appunto ad una tale distanza dal luogo dell'esplosione.

È voce comune che prima dello scoppio della meteora alcuni avvistarono una massa luminosa che dalla *Serra Geral* si dirigeva verso Nord, e poichè la località colpita si trova appunto nella regione settentrionale, oltre la Serra, è quasi accertato che il bolide percorse lo spazio di cielo movendosi da Sud a Nord. Non mi fu possibile di riunire dati sicuri per calcolare l'altezza dell'esplosione. Sul colore della luce della meteora si hanno queste notizie. Da prima fu percepita di color rosso, dando impressione di un'aurora boreale, di poi verdastra. Alcuni osservarono il fenomeno come un grande arco luminoso fra cielo e terra. Altri paragonarono l'esplosione della meteora alla caduta di un fulmine e i coloni del luogo colpito notarono dei pennacchi di fumo innalzarsi sopra alcuni punti del suolo. Tralascio di riferire altre notizie meno attendibili, frutto di fantasia eccitata dal non comune fenomeno.

A riguardo della massa aerolitica sembra che essa si sia dispersa in frammenti all'infuori del pezzo maggiore che colpì la casa, pezzo che il proprietario del fondo e le autorità locali si sono data cura di rintracciare.

Porto Alegre (Brasile) Osservatorio, 1911. UGO MONDELLO.

Abbaco per il calcolo delle posizioni apparenti delle stelle. G. Van BIESBROECK, astronomo aggiunto all'*Observatoire royal de Belgique* (1).

L'*Annuaire astronomique pour 1913 de l'Observatoire royal de Belgique* porta alle pag. 283-289 la descrizione di un apparecchio che serve a calcolare le posizioni apparenti delle stelle: precede la figura fotografica dell'apparecchio, e vi è poi esposto il principio su cui si fonda e come esso si usa. Ideato nel 1905-1906 allo scopo di abbreviare le riduzioni delle osservazioni meridiane all'Osservatorio di Heidelberg, venne allora descritto nella *Vierteljahrschrift der Astronomischen Gesellschaft*, 1907, pag. 154.

Prima, nel 1902, Courvoisier, in quel tempo osservatore ad Heidelberg, immaginò allo stesso scopo un apparecchio semplice, ma che esige un tracciato grafico preventivo, sopra grandi fogli di carta circolari, d'una serie di curve che si ottengono per punti per mezzo degli elementi delle efemeridi; la precisione di questo metodo dipende interamente dalla accuratezza con cui si eseguiscono i detti disegni. Invece coll'apparecchio del Biesbroeck non si ha bisogno nè di tracciato alcuno nè di calcoli preliminari di tal genere, pur conseguendo eguale precisione con non minore rapidità. Esso fornisce il valore dei termini che entrano nelle formole di riduzione al luogo apparente messe sotto la forma

$$\Delta\alpha = f + g \operatorname{sen}(G+\alpha)\operatorname{tg}\delta + h \operatorname{sen}(H+\alpha)\operatorname{sen}\delta$$
$$\Delta\delta = g\cos(G+\alpha) + h\cos(H+\alpha)\operatorname{sen}\delta + i\cos\delta,$$

essendo g e h espressi in secondi di tempo per la prima formola, e in secondi d'arco per la seconda.

Sopra due assi ortogonali facciamo $O'B = OA = C$; dal punto A eleviamo la $AM = C \operatorname{tg}\delta$ perpendicolare ad $O'A$; facciamo $Oa = C \operatorname{sen}(G+\alpha)$ e $BN = g$

(1) Dobbiamo l'unita figura fotografica dell'apparecchio alla cortesia del Chiar. G. Van Biesbroeck, il quale si interessò di farcela avere.

parallela ad O A. Tiriamo O M ed O'N: eleviamo am perpendicolare ad O A fino ad incontrare O M: per m tiriamo una parallela ad O A che tagli O'B e O'N rispettivamente in b e n. Avremo allora:

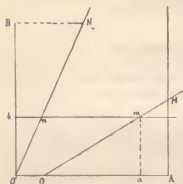
$$O'b = a\,m = C \text{ sen } (G + \alpha) \text{ tg } \delta$$

e quindi

$$b\,n = \frac{O'b}{O'B} \text{ B N} = g \text{ sen } (G + \alpha) \text{ tg } \delta.$$

Se in A M si portano le lunghezze C sec δ, C sen δ, ed in O a le lunghezze C sen (H + α), C cos (H + α), ed in B N la lunghezza h (in tempo o in arco) si otterranno in $b\,n$ lunghezze rispettivamente eguali a

$$h \text{ sen } (H + \alpha) \sec \delta\ , \qquad h \cos (H + \alpha) \text{ sen } \delta.$$

Su questo principio è stato costruito l'apparecchio. Consta di due regoli O M, O' N che possono ruotare intorno ad O e O' sopra una piastra metallica che porta le diverse graduazioni: in A M sono incise tre divisioni, una per *tg* δ (δ compreso fra 0° ± 45°), una per *sen* δ (δ da 0° a ± 90°) e una per *sec* δ (δ da 0° a ± 45°). Il regolo O M è in metallo e provvisto di una lunga finestra attraverso la quale si possono vedere le divisioni di A M; la finestra è realizzata con una lastra di vetro che porta sulle due faccie un tratto sottile nello stesso piano perpendicolare alle lastre in modo da evitare la parallasse di lettura. Il regolo O N porta secondo il suo asse un tratto sottile. L'orizzontale $b\,m$ è realizzata con un regolo a forma di T, guidato lungo il bordo sinistro della piastra. In questo regolo a T possono scorrere due corsoi I e II, fatti di lastra di vetro, sulle due faccie delle quali sono incise delle croci che permettono di puntare senza parallasse rispettivamente sopra i regoli O M ed O' N. Il regolo a T scorre sopra i due regoli O M ed O'N; esso porta una doppia graduazione, l'inferiore, corrispondente al corsoio I dà il *seno* o il *coseno* di angolo da 0 a 24 ore, il superiore, corrispondente al corsoio II, dà le quantità g, h, o i.

Sia, per es., da calcolare il termine g *sen* (G + α) *tg* δ. Si porta prima il regolo O'N alla posizione che corrisponde a g; a tale scopo si fa salire il regolo a T fino al punto B, si fa segnare g al corsoio II e si porta il tratto assiale del regolo O'N sotto la croce di questo corsoio II; il regolo viene fissato in tale posizione e conserva la stessa posizione per tutte le riduzioni relative ad uno stesso giorno. Si porta quindi il regolo O M sul tratto della divisione *tg* δ che corrisponde alla declinazione δ ed il corsoio I sulla divisione *sen* (G + α). Si fa scorrere il regolo a T fino a che la croce del corsoio I corrisponda al tratto assiale del regolo O M, e si porta il corsoio II fino al tratto assiale del regolo O'B. Il valore del risultato è segnato dal corsoio II sulla divisione superiore del corsoio a T, che dà direttamente il centesimo di secondo e per stima il millesimo.

Con analoghe operazioni si hanno i termini

$$h \text{ sen } (H + \alpha) \sec \delta \quad \text{e} \quad h \cos (H + \alpha) \text{ sen } \delta :$$

basta sostituire g e $G + \alpha$ con h ed $H + \alpha$ e puntare la declinazione sulle divisioni *sec* o *sen* invece che sulla divisione *tg*.

Gli altri termini $g \cos (G + \alpha)$ e $i \cos \delta$ si hanno da una graduazione *cos* che è incisa sul lato O'B della piastra, con argomento espresso sia in tempo sia in arco. Un indice speciale portato dal regolo a T indica l'altezza alla quale occorre collocare questo sulla graduazione per leggere il risultato per mezzo del corsoio II puntato sul regolo O'N, messo in precedenza in una posizione che corrisponde sia a g sia ad i.

Le dimensioni dell'apparecchio (33 × 40 cm.) permettono di calcolare le riduzioni in ascensione retta per δ compreso fra $+45°$ e $-45°$; per declinazioni più elevate, l'apparecchio dovrebbe essere allungato nel senso dell'altezza. Le riduzioni in declinazione si ottengono per qualunque valore di δ

La precisione delle letture è stata determinata con numerosi confronti col calcolo diretto: essa è di $0^s,002$ in α e di $0'',02$ in δ.

Dopo un po'di pratica si adopera l'istrumento con grande rapidità e si ha quindi una notevole economia di tempo; questa è sopratutto sensibile quando si ha da ridurre una lunga serie d'osservazioni d'uno stesso giorno. perchè allora il regolo II resta immobile per ciascun termine da calcolare. Si arriva facilmente a ridurre in un'ora 60 o 70 stelle nelle due coordinate, compresevi le operazioni accessorie. *gaf.*

Come si è veduto l'eclisse totale di Sole del 10 ottobre — I telegrammi giunti dall'America del Sud, dove l'eclisse era visibile sotto la forma totale (1), e pubblicati, parte nei giornali politici quotidiani inglesi, parte nelle *Astronomische Nachrichten*, lasciano poche speranze sul risultato delle osservazioni. Quasi tutti i dispacci sono concordi nel dire che il tempo fu cattivo.

Oltre le spedizioni del dott. J. H. Wortbington, dell'Osservatorio di Greenwich e dell'Osservatorio di Parigi, se ne trovavano sulla zona della totalità tre altre, allestite rispettivamente dagli Osservatori di Rio Janeiro, di Santiago e di Cordoba. In tutto quindi, 6 spedizioni. Quelle di Rio Janeiro, di Greenwich e di Parigi, s'erano installate a Passa-Quatro, un villaggio di Minas Geraes, situato ad una notevole altezza sul livello del mare. In questo luogo, disgraziatamente, piovve per tutto il tempo dell'eclisse, e niente altro si potè osservare se non che al tempo della totalità il cielo era nerissimo.

Un telegramma di F. Ristenpart direttore dell'Osservatorio di Santiago (Cile) all'editore delle *Astronomische Nachrichten* dice che a Christina (Minas Geraes), dove si era installata la spedizione chilena, le osservazioni furono impedite dalla pioggia. Tuttavia, con una pila a selenio, si registrò la curva luminosa del fenomeno.

(1) Vedi il mio articolo: *Il prossimo eclisse totale di Sole 10 ottobre 1912. Rivista di Astronomia*, settembre 1912, pag. 679.

C. D. Perrine, direttore dell'Osservatorio di Cordoba, telegrafa all'editore delle *Astronomische Nachrichten* dicendo che pure egli è stato contrariato dalla pioggia.

Un telegramma da Rio Janeiro alle *Astronomische Nachrichten* in data del 17 ottobre, annunzia che le osservazioni eseguite, in una località che non è indicata, da L. G. Tufino dell'Osservatorio di Quito (Equatore) sono riuscite.

Dal momento che il luogo non è citato, forse si allude ad osservazioni fatte nello stesso Osservatorio di Quito, nel qual caso queste non possono riguardare l'eclisse totale, poichè, come vedemmo nell'articolo pubblicato nel quaderno di settembre, la capitale dell'Equatore è al di fuori della zona della totalità.

Ancora un'ultima speranza c'era, e questa era riposta nella spedizione del Worthington, della quale per alcun tempo non si seppe alcuna nuova. Ma anche questa speranza è oggi caduta. Il Worthington ha comunicato alla *Nature* di Londra (vol. 90, n. 2246, p. 315) che il suo campo era nello stesso luogo ove si trovavano gli astronomi di Greenwich, e che la pioggia non fece imparzialità. Egli aggiunse che, probabilmente, per sfuggire dalla zona ove imperversava il tempo cattivo, sarebbe stato necessario allontanarsi almeno un migliaio di miglia.

L'è triste per tutti — scrisse in una simile occasione C. Flammarion — di trovare dopo un lungo viaggio destinato all'osservazione di un fenomeno astronomico, il cielo sbarrato da un impenetrabile strato di nubi; ma è sopratutto tristissimo per uomini devoti al progresso ed alla scienza, i quali, pur d'istrappare nuovi segreti alla Natura, intraprendono a loro spese viaggi costosi, sopportano privazioni e fatiche, e senza alcun frutto.

PIO EMANUELLI.

La coda della cometa Brooks (1911 c). (*Vedi tavola in principio del fascicolo*). — Nel numero 10 dell'anno V della Rivista promettemmo di pubblicare i disegni della cometa Brooks (1911 c) che il bravo fotografo e disegnatore signor Taffara si proponeva di trarre dalle fotografie delle comete da lui stesso eseguite al *triplet* di Cooke dell'Osservatorio Collurania. Siamo oggi in grado di assolvere il nostro impegno, inserendo nel presente fascicolo una riproduzione dei disegni del Taffara, nei quali si vedono resi con assoluta fedeltà i particolari della coda della cometa, mostrati dalle negative originali. All'opera di fotografo e di disegnatore il Taffara ha poi voluto aggiungere quella di misuratore, determinando col macromicrometro dell'Osservatorio di Catania, e sotto la direzione del professore Bemporad, gli angoli di posizione della coda della cometa. Lo stesso lavoro sulle fotografie di Teramo essendo stato fatto anche dall'egregio nostro consocio dott. Eugenio Padova, crediamo bene di mettere qui a riscontro le due serie di risultati.

Angoli di posizione della coda della cometa contati da Nord per Est.

(DECIMI DI GRADO)

1911	Taffara	Padova
Settembre 5	117°.3	——
» 11	100 .0	102°.2
» 13	91 .7	92 .8
» 14	90 .4	90 .9
» 19	72 .1	73 .7
» 27	49 .6	49 .4
» 29	43 .1	——

Dall'accordo fra le due serie il lettore apprende di quanta precisione sia stata resa capace la misura della direzione delle code per opera della fotografia.

Se immaginiamo condotta dalla Terra una parallela alla coda (rettilinea) di una cometa, si domanda verso quale punto del cielo tale parallela è rivolta? Questo punto definisce la direzione assoluta della coda nello spazio, ed è chiaro che debba trovarsi nel circolo massimo che la coda stessa determina sulla volta celeste. D'altra parte, facendo l'ipotesi che la coda non si distacchi sensibilmente dal piano dell'orbita della cometa, è anche chiaro che il detto punto debba stare nel circolo massimo rispondente al piano dell'orbita. Prendiamo dunque un globo celeste e conoscendo il nodo e l'inclinazione dell'orbita sull'eclittica, tracciamo il circolo massimo da quella definito. Segnamo poscia sullo stesso globo la posizione geocentrica della cometa, orientandone la coda rispetto al circolo di declinazione così come la misura dell'angolo di posizione sera per sera ci venne indicando, e prolunghiamo sulla sfera la coda medesima fino ad incontrare il circolo dell'orbita. Il punto d'incontro rappresenterà la chiesta direzione assoluta della coda nello spazio. Se i due circoli in parola s'incontrassero nel punto che dà la posizione eliocentrica della cometa, vorrebbe dire che la coda è esattamente opposta al Sole. Ma ciò non si verifica quasi mai. Il dott. Padova, per esempio, eseguendo col calcolo trigonometrico la ricerca or ora accennata, per la cometa Brooks, trovò che la coda non fu mai nel prolungamento del raggio vettore, ma formò con questo un angolo variabile entro limiti abbastanza ristretti, *(Atti del R. Istituto Veneto, tomo LXXI, pag. 1330)*. c.

Geodinamica.

Lo stato attuale del Vesuvio. — In seguito alla grande eruzione dell'apr. 1906, il Vesuvio ebbe mozza la sua cima per ben 220 metri, ed il suo cratere acquistò dimensioni di gran lunga superiori a quelle presentate prima dell'esplosione. Ma, se fu facile misurare la larghezza della nuova voragine subito dopo l'eruzione (massima = m. 720, minima = m. 640), fu impossibile scandagliarne la profondità nei primi mesi dopo il grandioso incendio; e ciò perchè la visuale da nessun punto poteva raggiungere il fondo e perchè sarebbe stato pericolosissimo calarsi nell'interno del cratere, sopratutto a causa del continuo franare dell'orlo e delle pareti. Anche nel sett. 1906 il fondo probabilmente non era ancora in vista, e la difficoltà di siffatta misura giustifica la grande discordanza delle cifre che sono state assegnate alla profondità, la quale varia nientemeno da 200 fino a 600 metri, secondo i diversi scienziati che se ne occuparono.

Ma qualunque fosse la massima profondità, è certo che la medesima dove rapidamente scemare per effetto delle imponenti e frequentissime frane che precipitarono nell'interno, specialmente dopo i primi due anni, costituendo una specie d'immane turacciolo. Un ultimo colossale franamento avvenne il 12 marzo 1911, nel qual giorno precipitò nel cratere un tratto dell'orlo per la lunghezza di c. 600 m. con 40 di altezza nella zona centrale del franamento, e la stazione superiore della funicolare rimase sul nuovo orlo gravemente lesionata e con le fondamenta sporgenti di parecchi metri sull'abisso. Fu soltanto nel sett. 1911 che il dott. C. Cappello, addetto all'Osserv. Vesuv., ebbe l'onore e l'ardire di compiere la prima discesa nel cratere e trovò 241 m. per la sua maggiore profondità.

Ma se le frane tendevano a rialzare il fondo del cratere, un'altra causa interveniva per abbassarlo, e cioè un lavoro di disgregazione operato dal *magma lavico* profondo, per il quale rifondendosi la parte inferiore del tappo, e costipandosi il materiale caotico nel nuovo magma, si creavano dei vuoti nel condotto stesso, che venivano man mano riempiuti per mezzo d'interni scoscendimenti, rivelati nel fondo del cratere con la formazione d'imbuti e di avvallamenti di varia forma e grandezza. Un cospicuo avvallamento del fondo ebbe luogo verso la fine del nov. 1911; ma è probabile che si formasse con una certa lentezza, tenuto conto che nessun terremoto sensibile agitò in quei giorni il Vesuvio. Uno sprofondamento ancor più notevole si verificò il 21 genn. 1912, accompagnato da forte scossa sussultoria verso le 11ʰ 50ᵐ, la quale spaventò alcuni impiegati della ferrovia *Cook*, interessò tutta la regione prossima al Vesuvio, fu avvertita a S. Vito, fu indicata da alcuni sismoscopî all'Osserv. Vesuv. e registrata con notevoli tracce dai sismografi dell'Osserv. di Valle di Pompei. Il mattino successivo si notò che tutta la grande frana del 12 marzo 1911 s'era abbassata *in massa* di una trentina di metri e che la sua parte inferiore era stata come *succhiata* dal camino vulcanico, presentando una specie d'imbuto largo c. 100 metri e profondo almeno 20.

Per poter osservare più da vicino gli accennati mutamenti del fondo, il professore A. Malladra — che già per molto tempo resse con successo l'Osservatorio geofisico di Domodossola e che da più di un anno è ora assistente all'Osserv. Vesuv. — si decise a scendere nel cratere il 14 maggio 1912. I risultati della sua lunga e ardimentosa esplorazione sono stati da lui pubblicati nei Rendiconti della R. Acc. delle Sc. Fis. e Mat. di Napoli (luglio-sett. 1912) in una Nota dal titolo *Il fondo del cratere vesuviano*, dalla quale abbiamo attinto le notizie sopra riportate. In base alle nuove misure, il Malladra dedusse che l'altezza massima del cono del Vesuvio sul livello del mare era di 1185 m. e che il punto più basso del cratere era ad 858 m., dal che si conclude per quest'ultimo una profondità di 327 m. In una grande fumarola egli riscontrò una temperatura di 295° C., mentre, nove mesi prima, il dott. Cappello aveva trovato 128°. Questo aumento ragguardevole di ben 167°, insieme alle rivoluzioni importanti che si vanno verificando nel fondo del cratere e ad altri indizî, sembrerebbe preludere ad un risveglio di attività del nostro bello quanto terribile vulcano.

Vogliamo sperare che queste recenti ricerche, intraprese all'Osserv. Vesuviano, siano seguite da altre sempre più importanti e numerose, le quali valgano una buona volta a rialzare le sorti ed il prestigio di questo nostro importante Istituto scientifico, unico nel suo genere, ma che pur troppo dopo il 1875, invece di progredire, è andato sempre declinando. E questa nostra speranza è tanto più fondata ora che a reggere le sorti dell'Osservatorio Vesuviano è stato finalmente preposto un cultore valente quanto attivo ed appassionato, qual'è il chiarissimo prof. G. Mercalli, al quale siamo appunto in gran parte debitori di ciò che sappiamo sulle vicende del Vesuvio nell'ultimo ventennio e sopratutto della memoranda eruzione del 1906. È da far voti che il nostro Ministero della P. I. voglia assecondare i propos i espressi recentemente dal prof. Mercalli in una Memoria

intitolata: *L'Osservatorio Vesuviano* (1), e specialmente voglia accogliere la proposta di trasformare l'osservatorio, da lui diretto, in un vero *Istituto vulcanologico italiano*, sul quale dovrebbero convergere gli sforzi del Governo italiano e di altri Enti locali. Soltanto dopo che fosse assicurato il buon funzionamento di siffatto nuovo Istituto, che farebbe onore all'Italia, sarebbe il caso, come giustamente osserva il prof. Mercalli, di concorrere anche alla fondazione d'un *Istituto vulcanologico internazionale* con programma più vasto, quale è caldeggiato dall'attivissimo sig. J. Friedlaender in due sue Memorie (2). Egli è già riuscito ad ottenere l'adesione di importanti Istituti scientifici e di eminenti scienziati di varie nazionalità ed ha iniziata perfino, mediante apposite circolari, la sottoscrizione dei fondi per la realizzazione del suo progetto, concorrendo lui stesso con la generosa offerla di ben L. 100,000 per il capitale di fondazione e con il cospicuo contributo annuale di L. 10,000 per 10 anni per la dotazione dell'Istituto internazionale da lui propugnato. G. Agamennone.

Notizie varie.

Il Congresso dell'ora tenuto a Parigi: 15-24 ottobre. — Dietro iniziativa del *Bureau des Longitudes* si sono riuniti all'Osservatorio di Parigi scienziati di varie nazioni per prendere gli opportuni accordi per il servizio dell'ora. Si dovevano trattare parecchi oggetti di grande importanza: determinazione e conservazione dell'ora di precisione — sua trasmissione radiotelegrafica — collaborazione dei diversi centri astronomici per assicurare nel miglior modo possibile la conoscenza dell'ora — apparecchi radiotelegrafici da impiegare per l'emissione e la recezione dei segnali orari — studio dell'organizzazione generale sia per la trasmissione che per la recezione dei segnali.

La seduta d'apertura fu onorata dalla presenza dell'on. Ministro dell'Istruzione Pubblica di Francia, che fece acclamare l'astronomo Bigourdan quale presidente del Congresso.

Furono 16 gli Stati che si fecero rappresentare a quel Congresso, il quale riuscì molto numeroso e di grande importanza per le discussioni fatte e per le idee espressevi.

L'Italia era rappresentata dai signori:

Cap. ing. Bardeloni.
On. prof. Battelli.
Senat. prof. Celoria.
Comand. colonn. Pulino.
Senat. prof. Righi.
Prof. Vanni.

I nostri rappresentanti presero tutti parte attiva ai lavori e alle discussioni del Congresso sia nelle sedute plenarie come in quelle delle Sotto-Commissioni.

---

(1) Rivista mensile di Sc. Nat. *Natura*. Vol. III, Pavia, 1912.

(2) Lo stato attuale della Vulcanologia e la necessità di un Istituto vulcanologico internazionale. (*Boll. della Soc. Geolog. Ital.*, Vol. XXX, 1911).

Sul progetto di un Istituto vulcanologico internazionale a Napoli (*Atti della Società Ital. per il Progresso delle Scienze*. IV Riunione. Napoli, ottobre 1910).

Il senatore Celoria fu chiamato a vice-presidente della Commissione I, il cui còmpito era la *Détermination astronomique de l'heure ou de la correction d'un garde-temps.* Il senatore Righi, capo dei delegati italiani, fu chiamato a presidente della Commissione II, che aveva per tema la *Transmission radio-télégraphique de l'heure.*

Fu deciso che le ricerche internazionali sulla determinazione, sulla trasmissione e sulla conservazione dell'ora saranno concentrate a Parigi, e che i centri e le ore di Greenwich, nei quali avrà luogo in seguito l'emissione dei segnali orari radiotelegrafici, saranno i seguenti: Parigi, mezzanotte e 10^h; Norddeich-Wilhelmshaven (Germania), mezzodì e 22^h; Arlington (Stati Uniti), 3^h e 17^h; San Francisco (Stati Uniti) 20^h; San Fernando (Brasile), 2^h e 16^h; Mogadiscio (costa della Somalia) e Manilla (Filippine), 4^h; Timbuctu (Sudan), 6^h; Massaua, 18^h.

Le nuove disposizioni relative alla ripartizione delle ore e delle stazioni orarie entreranno in vigore il 1° luglio 1913.

I delegati italiani ottennero dunque che fra le stazioni designate come centri di emissioni orarie di determinazioni dell'ora fossero comprese quella nella Somalia Italiana e quella nell'Eritrea. Era nel programma italiano che una di queste stazioni sorgesse in Italia (Roma-Centocelle) ma i delegati italiani vi rinunziarono per ragioni di alta opportunità, facendo però la riserva (messa a verbale) che ove la lista delle stazioni stesse avesse a cambiare, essi intendono di ritornarvi sopra con piena libertà di proposte. Rimane però stabilito che Roma sia uno dei centri in cui si avrà a determinare l'ora internazionale.

Devesi inoltre ai delegati italiani fra altro anche l'importante proposta seguente: " La conférence formule le désir de voir tous les navires, à voiles et à vapeur, être prochainement pourvus d'appareils pour le réception des signaux horaires radiotélégraphiques ".

***

Come si giunse al Congresso internazionale dell'ora. — Non sarà sgradito ai nostri consoci vedere qui riportata, dopo le notizie date sopra il Congresso tenuto a Parigi, una parte di un articolo del Comandante G. Ferrié, pubblicato nell'*Annuaire pour l'an 1913* del *Bureau des Longitudes*, intitolato: " Application de la Télégraphie sans fil a l'envoi de l'heure ".

Questa pubblicazione è divisa in quattro capitoli che trattano rispettivamente — dell'invio e recezione dell'ora con una approssimazione d'un quarto di secondo — dell'invio e recezione dell'ora con una approssimazione d'un centesimo di secondo — della determinazione delle longitudini — e della misura della velocità di propagazione delle *onde herziane* nell'aria.

Rimandando il lettore al detto *Annuaire* per l'interessante e chiara esposizione, riportiamo qui tradotta la parte introduttoria.

La conoscenza dell'ora locale, che permette di regolare le *macchine orarie* e di utilizzarle per la misura degli *intervalli di tempo*, ha costituito per lungo tempo tutto il problema dell'ora. Essa doveva bastare infatti a un'epoca in cui si viaggiava poco e in cui erano lenti gli spostamenti.

Quando la navigazione di lungo corso, in seguito alla scoperta dell'America, prese un nuovo slancio, i naviganti sentirono il bisogno di conoscere un altro elemento, l'*ora d'un meridiano fisso* preso per origine delle longitudini, tanto

per determinare la posizione della nave in longitudine quanto per ottenere quella delle terre incontrate. Ma l'impiego d'un'ora unica per uno scopo così speciale non poteva avere alcuna influenza per far modificare le ore in uso.

Occorre arrivare fino alla creazione delle ferrovie per vedere il primo attacco serio portato all'impiego esclusivo dell'ora locale. Per coordinare i movimenti dei treni sulle grandi reti, si dovette necessariamente adottare un'ora unica. In Francia fu scelta naturalmente l'*ora di Parigi* per tutte le reti. L'invenzione del telegrafo elettrico sopravvenne in buon punto per permettere di regolare gli orologi delle stazioni su quello di una stazione importante, la cui ora fosse presa da un Osservatorio.

Tuttavia l'abitudine dell'ora locale era talmente radicata che, malgrado l'incomodo della sua coesistenza con un'altra ora in altra città, essa continua a regolare gli usi della vita fino al 15 marzo 1891, epoca in cui fu promulgata la legge che istituiva l'ora di Parigi come l'ora legale di tutta la Francia (1).

Intorno alla stessa epoca, il sistema dei fusi orari, aventi come origine il meridiano di Greenwich, fu adottato dalla maggior parte delle Nazioni, e l'impiego dell'ora di Parigi in Francia ebbe l'inconveniente di obbligare i viaggiatori a cambiare l'ora alle frontiere d'una frazione di ora variabile e non d'un'ora tonda. La legge del 9 marzo 1911 è venuta a por fine a questo inconveniente disponendo che l'ora legale in Francia e in Algeria sia l'ora di Parigi ritardata di $9^m 21^s$. L'unificazione delle ore legali è dunque ora realizzata nella maggior parte dei paesi civili.

La precisione con la quale l'ora legale così stabilita deve essere conosciuta, non è evidentemente la stessa per tutti gli usi della vita pratica, ferrovie, navigazione, ecc., e per i lavori scientifici, come quelli che si fanno negli Osservatori astronomici, meteorologici e sismografici. o per le determinazioni di longitudine, ecc. In certi casi una precisione di qualche decimo di secondo è sufficiente, in altri casi invece è necessario cercar di avere la più grande approssimazione possibile nello stato attuale della nostra conoscenza, cioè quella del centesimo di secondo circa.

L'ora legale è dapprima determinata da certi Osservatori ed è conservata da essi per mezzo di pendoli di alta precisione, il cui andamento è studiato e seguito con la massima cura, in modo da permettere di calcolare, per estrapolazione, l'ora esatta ad un istante qualunque.

Fatto questo calcolo, occorre far l'invio dell'ora a tutti gli interessati. La telegrafia elettrica e la telefonia permettono di regolare gli orologi delle stazioni, degli uffici dei porti e di tutti i punti che possono essere, direttamente od indirettamente in comunicazione cogli Osservatori distributori dell'ora. Ma dovendosi regolare in questo modo un orologio alla volta, occorre un tempo assai lungo e resta spesso a desiderare nei riguardi della precisione. Non è possibile, inoltre estendere questo procedimento di distribuzione a tutti i Comuni e stabilimenti interessati ed ancora meno a tutti i privati.

(1) In Italia le ferrovie, le poste e i telegrafi dello Stato, e con essi gli uffici pubblici delle principali città, cominciarono a contare il tempo dal meridiano d'Europa Centrale col 1° novembre 1893. Questo meridiano è 15° cioè un'ora ad est di Greenwich.

D'altra parte non è utilizzabile direttamente dai naviganti, i quali non potrebbero regolare i loro cronometri che nei porti dove la conoscenza dell'ora non sempre è ben assicurata. Infine, i geodeti e gli esploratori non possono, nella gran maggioranza dei casi, trarre partito da questo modo di distribuzione perchè essi non operano generalmente in vicinanza immediata delle linee telegrafiche e telefoniche.

Dall'invenzione della telegrafia senza fili, tutti quelli che conoscevano il problema generale dell'ora intravidero nel nuovo modo di comunicazione la soluzione generale: si trattava soltanto d'aspettare che esso avesse fatto i sufficienti progressi: e questi furono così rapidi che si può considerare oggi il problema come interamente risolto.

*
* *

Nel progetto d'organizzazione del servizio internazionale dell'ora presentato a nome del *Bureau des Longitudes* alla Conferenza internazionale dell'ora, il chiarissimo Ch. Lallemand — dopo aver accennato al problema dell'*unificazione dell'ora* la cui soluzione appariva impossibile una quindicina d'anni addietro, mentre si presenta ora facile in grazia della telegrafia senza fili che permette di inviare dei segnali orari a grandi distanze e in tutte le direzioni e con una precisione per così dire illimitata — ricorda come funzionano le stazioni dei segnali orari radiotelegrafici attualmente esistenti, ne rileva gli inconvenienti ed indica i rimedi per arrivare al miglior piano generale d'organizzazione d'un servizio internazionale dell'ora.

Le stazioni di segnali orari radiotelegrafici che funzionano attualmente sono in comunicazione con un Osservatorio vicino, il quale determina l'ora, la conserva e scocca i segnali.

In queste condizioni non si potrebbe evidentemente aver accordo tra le ore trasmesse dai differenti centri, perchè la correzione (determinata astronomicamente) dell'ora del pendolo regolatore d'un Osservatorio è sempre affetta da un errore all'istante della determinazione, al quale errore si aggiunge poi, al momento dell'invio d'un segnale, quello inevitabile di estrapolazione. Questo secondo errore può assumere valori abbastanza grandi, quando (come succede di inverno nei nostri climi) un Osservatorio resta una quindicina di giorni senza poter fare osservazioni, ed allora la differenza fra l'ora data da quell'Osservatorio e quella data da un altro può raggiungere parecchi secondi.

Il miglior modo per togliere le divergenze fra le ore trasmesse dalle diverse stazioni, sarebbe di far concorrere alla determinazione dell'ora ufficiale un certo numero d'Osservatori in modo da diminuire quanto è possibile il tempo d'estrapolazione, e di dare questa ora a ciascuno dei posti radiotelegrafici trasmettitori.

La telegrafia senza fili permette appunto di confrontare fra loro simultaneamente e con tutta la precisione desiderabile un numero qualunque di pendoli o di cronometri situati entro la zona d'azione del posto radiotelegrafico. Conoscendo allora, rispetto al tempo di Grenwich e allo stesso istante del confronto gli errori d'un certo numero di questi *guarda-tempo*, si hanno altrettanti valori della correzione di uno tra essi, e si può dedurne il valore più probabile di questa correzione. *gof.*

Fenomeni astronomici nel mese di febbraio 1913.

(Le ore indicate sono espresse in T. M. C. dell'E. C.).

Il *Sole* entrerà nel segno *Pesci* il 19 a $6^h 45^m$.

Fasi della *Luna:*

Luna nuova	il 6 a	$6^h 22^m$
Primo quarto	„ 14 „	9 34
Luna piena	„ 21 „	3 3
Ultimo quarto	„ 27 „	22 15
Apogea	„ 7 „	9
Perigea	„ 21 „	1

Nella notte 21-22 la Luna presenterà un *eccezionale splendore*, raggiungendo la minima distanza dalla Terra (55,916 raggi equatoriali terrestri, pari a circa 35665 miriametri), appena due ore avanti il plenilunio.

Mercurio passerà all'apogeo il 5 a 5^h ed in congiunzione superiore col Sole il 13 a 0^h; sarà inosservabile in tutto il mese.

Venere sarà visibile alla sera, verso ponente, nelle costellazioni *Aquario* e *Pesci* (diam. equat. appar. da 22 a 31"), raggiungendo la *massima elongazione serotina* (46° 43' all'est del Sole) il 12 a 7^h. Si mostrerà nelle vicinanze della Luna la sera del giorno 10. Porzione illuminata del disco, il 15 febbraio: 0,498.

Marte si potrà osservare col cannocchiale al mattino, prima del nascere del Sole, nelle costellazioni *Sagittario* e *Capricorno* (diam. equat. appar. 4"). Passerà in *notevole congiunzione* con la Luna il 3 a $19^h 38^m$ (Marte 4° 13' al nord della Luna) e con Urano il 26 a $17^h 44^m$ (Marte 0° 26' al sud di Urano). Porzione illuminata del disco, il 15 febbraio: 0,971.

Giove si potrà osservare al mattino, verso levante, nella costellazione *Sagittario* (diam. equat. appar. 32" a 34").

Saturno sarà visibile nella prima metà della notte nella costellazione *Toro* (diam. equat. appar. da 19" a 18"). Passerà nelle vicinanze della Luna la sera del 14 ed in quadratura orientale col Sole il 16 a 20^h. L'anello ci presenterà la faccia australe.

Urano sarà praticamente inosservabile in tutto il mese.

Nettuno, nella costellazione *Gemelli*, potrà osservarsi col cannocchiale durante quasi tutta la notte (diam. equat. appar. 2",3).

La sera del 16 febbraio si potranno osservare le stelle cadenti con radiante vicino ad α Cocchiere.

Nelle belle sere senza Luna osservare la *luce zodiacale*, verso ponente.

Fiorenzo Chionio.

Pubblicazioni ricevute.

Prof. dott. Angelo L. Andreini: Ombre solari ed Astronomia. (Estratto dalla *Rivista di Fisica, Matematica e Scienze Naturali*, anno XIII, n.i 151, 152; Firenze, 1912).

Revista de la Sociedad Astronómica de España y América, año II, num. 16 (Barcelona, julio de 1912). Dono del socio Galdino Negri).

J. Guillaume: Notice sur Charles André, directeur de l'Observatoire de Lyon (1842-1912) et éloges académiques, discours nécrologiques de ses contemporains, Lyon, 1912).

Personalia.

Il nostro consocio prof. Ugo Mondello di ritorno dal Brasile — ove fu richiesto per l'organizzazione del servizio meteorologico e geodinamico nel Rio Grande del Sud e ove ricoprì le cariche di astronomo capo dell'Osservatorio astronomico-meteorologico di Porto Alegre e di professore di quella Scuola Politecnica — ha letto al Congresso scientifico di Genova due Memorie, una: *Sull'organizzazione del servizio meteorologico del Rio Grande del Sud*; l'altra: *Sulla sismicità brasiliana*, memorie che sono state precedute da una descrizione dei paesi da lui visitati e non ancora troppo conosciuti. Nella prima ha poi fissato i principali dati sull'andamento degli elementi meteorologici del Rio Grande; nella seconda ha posto in evidenza la sismicità del Brasile, rilevando l'esistenza di importanti zone sismiche nello Stato di Mina Geraes e in quello di Matto Grosso

Appunti necrologici.

Alle 17 del 21 ottobre scorso, munito di speciale benedizione del S. Padre, telegraficamente chiesta dalla sua famiglia, spirava in München, nell'età di 65 anni, l'ing. **Sigmund Riefler**, dottore in scienze e rinomato costruttore di strumenti astronomici e matematici. Una delle sue più belle ed utili invenzioni fu quella di aver reso il pendolo di un orologio quasi del tutto indipendente dall'àncora, la quale soltanto per mezzo di una molla di sospensione sta in comunicazione col medesimo. Questo speciale congegno ha fatto acquistare ai pendoli Riefler grande diffusione e rinomanza.

I cultori delle scienze esatte apprenderanno con dolore la morte di questo uomo il cui ingegno fu speso nella ideazione di strumenti utili a loro tutti, e specialmente agli astronomi.

Con pari dolore annunziamo la morte del dott. **Lewis Boss**, direttore dell'Osservatorio di Dudley in Albany. Il dott. Boss aveva 65 anni e da 36 anni dirigeva l'Osservatorio di Dudley. Le sue classiche ricerche nel campo dell'Astronomia di posizione, l'avevano posto in prima fila tra gli astronomi americani, e per lungo tempo rimarranno a testimoniare il valore di questo scienziato di cui tutti rimpiangiamo la perdita.

p. e.

AVVISO

Per la recensione delle pubblicazioni astronomiche e geodetiche italiane nell' „ Astr. Jahresbericht „. — Sono pregati gentilmente i lettori di questa Rivista a voler far pervenire, magari in via di semplice prestito, al sottoscritto, una copia delle loro pubblicazioni fatte entro l'anno corrente 1912, aventi carattere astronomico o geodetico, per poter essere in grado di adempiere nel modo migliore e più completo al còmpito di preparare per l' " Astronomischer Jahresbericht „ (edito ora a cura del Kgl. Astron. Rechen Institut di Berlino), le brevi recensioni riassuntive dei lavori italiani che hanno visto la luce nel 1912. Anticipatamente ringrazia di tutto cuore.

Prof. Luigi Carnera
Regio Istituto Idrografico – Genova.